

# Delphion

RESEARCH

INTEGRATED IAM

SERVICES

INSIDE DELPHION

[Log Out](#)

[Work Files](#)

[Saved Searches](#)

[My Account](#)

[Products](#)

[News](#)

[Events](#)

Search: [Quick/Number](#) [Boolean](#) [Advanced](#)

## The Delphion Integrated View: INPADOC Record

Buy Now: [More choices...](#)

Tools: Add to Work File: [Create new Work File](#)

View: Jump to: [Top](#)



Go to: [Derwent...](#)

[Email](#)

Title: **FR2785426A1: PROCEDE ET DISPOSITIF D'INSERTION ET DE DETECTION D'UNE MARQUE DANS DES DONNEES NUMERIQUES**

Country: **FR France**

Kind: **A1 Application, First Publication** (See also: [FR2785426B1](#))

Inventor: **DONESCU IOANA;**  
**MAJANI ERIC;**

Assignee: **CANON KABUSHIKI KAISHA, Japan**  
[News, Profiles, Stocks and More about this company](#)

Published / Filed: **May 5, 2000 / Oct. 30, 1998**

Application Number: **FR1998000013672**

IPC Code: **G06T 9/00; G06K 9/00; H04N 7/24;**

ECLA Code: **G06T1/00W; H04N7/24; H04N7/26H30; H04N7/30;**

Priority Number: **Oct. 30, 1998 FR1998000013672**

Family:

PDF	Patent	Pub. Date	Filed	Title
	<a href="#">JP2000138819A2</a>	May 16, 2000	Oct. 28, 1999	METHOD AND DEVICE FOR INSERTION AND DETECTING OF ELECTRONIC WATERMARKS
	<a href="#">JP0138819A2</a>	May 16, 2000	Oct. 28, 1999	
	<a href="#">FR2785426B1</a>	Jan. 26, 2001	Oct. 30, 1998	PROCEDE ET DISPOSITIF D'INSERTION ET DE DETECTION D'UNE MARQUE DANS DES DONNEES NUMERIQUES
	<b>FR2785426A1</b>	May 5, 2000	Oct. 30, 1998	PROCEDE ET DISPOSITIF D'INSERTION ET DE DETECTION D'UNE MARQUE DANS DES DONNEES NUMERIQUES
4 family members shown above				

Other Abstract Info: **DERABS G2000-402371 DERABS G2000-402371**



[Nominate this for the Gallery](#)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Other Abstract Info: DERABS G2000-208810



[Nominate this for the Gal](#)

© 1997-2002 Delphion, Inc.    [Research Subscriptions](#) | [Privacy Policy](#) | [Terms & Conditions](#) | [Site Map](#) | [Contact Us](#)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# Delphion

[RESEARCH](#)
[INTEGRATED IAM](#)
[SERVICES](#)
[INSIDE DELPHION](#)
[Log Out](#)
[Work Files](#)
[Saved Searches](#)
[My Account](#) | [Products](#) | [News](#) | [Events](#)
[Search: Quick/Number](#) [Boolean](#) [Advanced](#)

## The Delphion Integrated View: INPADOC Record

Buy Now: [More choices...](#)

Tools: Add to Work File: [Create new Work File](#)

View: Jump to: [Top](#)



Go to: [Derwent...](#)

☒ [Email](#)

**Title:** **FR2785426B1: PROCEDE ET DISPOSITIF D'INSERTION ET DE DETECTION D'UNE MARQUE DANS DES DONNEES NUMERIQUES**

**Country:** FR France

**Kind:** B1 Patent of Invention (Second Publication) <sup>1</sup> (See also: [FR2785426A1](#) )

**Inventor:** DONESCU IOANA;  
MAJANI ERIC;

**Assignee:** CANON KABUSHIKI KAISHA, Japan  
[News, Profiles, Stocks and More about this company](#)

**Published / Filed:** Jan. 26, 2001 / Oct. 30, 1998

**Application Number:** FR1998000013672

**IPC Code:** [G06T 9/00](#); [G06K 9/00](#); [H04N 7/24](#);

**ECLA Code:** G06T1/00W; H04N7/24; H04N7/26H30; H04N7/30;

**Priority Number:** Oct. 30, 1998 FR1998000013672

**Family:**

PDF	Patent	Pub. Date	Filed	Title
	<a href="#">JP2000138819A2</a>	May 16, 2000	Oct. 28, 1999	METHOD AND DEVICE FOR INSERTION AND DETECTING OF ELECTRONIC WATERMARKS
	<a href="#">JP0138819A2</a>	May 16, 2000	Oct. 28, 1999	
	<b>FR2785426B1</b>	Jan. 26, 2001	Oct. 30, 1998	PROCEDE ET DISPOSITIF D'INSERTION ET DE DETECTION D'UNE MARQUE DANS DES DONNEES NUMERIQUES
	<a href="#">FR2785426A1</a>	May 5, 2000	Oct. 30, 1998	PROCEDE ET DISPOSITIF D'INSERTION ET DE DETECTION D'UNE MARQUE DANS DES DONNEES NUMERIQUES
4 family members shown above				

**Other Abstract Info:** DERABS G2000-402371



[Nominate this for the Gallery](#)

© 1997-2002 Delphion, Inc.

[Research Subscriptions](#) | [Privacy Policy](#) | [Terms & Conditions](#) | [Site Map](#) | [Contact Us](#)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 30.10.98.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 05.05.00 Bulletin 00/18.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : CANON KABUSHIKI KAISHA — JP.

⑦2 Inventeur(s) : DONESCU IOANA et MAJANI ERIC.

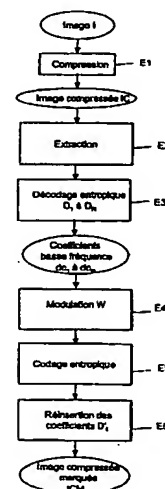
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : RINUY SANTARELLI.

⑤4 PROCÉDE ET DISPOSITIF D'INSERTION ET DE DETECTION D'UNE MARQUE DANS DES DONNÉES NUMÉRIQUES.

⑤7 L'invention concerne un procédé d'insertion d'une information supplémentaire dans un ensemble de données numériques (I) représentant des grandeurs physiques, les données ayant été traitées par transformation, quantification et codage entropique pour être compressées (E1), caractérisé en ce qu'il comprend les étapes de :

- extraction (E2) d'un sous-ensemble de coefficients de basse fréquence ( $DC_1$  à  $DC_N$ ), de l'ensemble de données,
- décodage entropique (E3) des coefficients dudit sous-ensemble,
- modulation (E4) des coefficients décodés ( $dc_1$  à  $dc_N$ ) par un signal représentatif de l'information supplémentaire (W), de manière à former des coefficients marqués,
- codage entropique (E5) des coefficients marqués,
- insertion (E6) des coefficients marqués et codés à la place des coefficients du sous-ensemble, dans l'ensemble de données.



5

10           La présente invention concerne un procédé et un dispositif d'insertion d'une information supplémentaire, telle qu'une marque secrète, dans des données numériques.

          Elle concerne également un procédé et un dispositif de détection d'une telle information supplémentaire insérée par le procédé d'insertion  
15           conforme à l'invention.

          Elle s'inscrit de manière générale dans le domaine technique du marquage (en anglais watermarking) des données numériques.

          La prolifération des échanges de données multimédia numérisées par voie informatique favorise la création et la distribution de copies illicites, et  
20           d'une façon générale, la manipulation illégale de ces données.

          Pour limiter cette manipulation illégale, on utilise le marquage des données numériques, qui consiste à insérer une marque directement dans les données numériques, dans le but, par exemple, d'identifier le propriétaire, l'émetteur ou le destinataire des données. L'insertion de cette marque est  
25           assimilée au codage d'une information supplémentaire dans les données numériques.

          Un marquage classique consiste à insérer un logo visible lorsque les données numériques sont des images. Néanmoins, cette marque est facile à enlever pour un utilisateur qui souhaite manipuler illégalement cette image.

30           On utilise alors fréquemment une marque qui doit présenter les facteurs de qualité suivants :



Cette marque doit être imperceptible, c'est-à-dire que l'insertion d'une telle marque doit préserver la qualité perceptuelle des données numériques, par exemple, la qualité visuelle pour des images ou la qualité auditive pour des données audio. L'imperceptibilité de la marque rend en outre  
5 son piratage plus difficile.

Cette marque doit également être indélébile, c'est-à-dire être statistiquement indétectable dans les données numériques marquées afin de résister aux attaques intentionnelles pour détruire cette marque.

Cette marque doit en outre être robuste aux traitements classiques  
10 appliqués aux données numériques, tels que compression et décompression, transformation numérique / analogique, filtrage...

Cette marque doit enfin être fiable, c'est-à-dire permettre une décision fiable quant à l'existence ou non d'une marque donnée dans des données numériques données.

15 Des méthodes de marquage connues s'appliquent à des images non compressées. Cependant, dans de nombreux cas pratiques, l'on dispose d'une image compressée, par exemple délivrée par un appareil photographique numérique.

Il est donc intéressant d'insérer une marque dans des données  
20 compressées.

Le document US-5 727 092 propose par exemple un procédé d'insertion de données supplémentaires dans un ensemble de données compressées. Le procédé comporte un décodage entropique de l'ensemble des données compressées, suivi de l'insertion des données supplémentaires dans  
25 l'ensemble des données décodées, puis d'un recodage entropique de l'ensemble des données marquées.

Les données supplémentaires qui sont insérées sont des données binaires, dont le nombre de bits, et « l'emplacement » d'insertion dépendent des propriétés statistiques particulières de l'ensemble de données  
30 compressées qui est traité.

A cette fin, lors d'une étape d'analyse préalable, il est recherché dans l'ensemble de données compressées qui est traité des paires de

coefficients similaires, c'est-à-dire ayant des valeurs proches et des fréquences d'occurrence semblables. Ces paires, spécifiques à l'ensemble de données traité, sont utilisées pour insérer les données supplémentaires.

5 Une clé représentant les paires utilisées doit être ajoutée aux données codées pour pouvoir extraire ultérieurement l'information supplémentaire.

Ce procédé implique par conséquent des opérations sur tous les coefficients de l'ensemble de données à marquer. Ces opérations nécessitent du temps et de la place mémoire.

10 En outre, le résultat n'est pas robuste à des opérations ultérieures, telles qu'un filtrage, pouvant introduire des erreurs.

Le document « Robust image watermarking in the subband or discrete cosine transform domain », paru dans les Actes de conférence EUSIPCO 98 (8-12 septembre 1998), pages 2285-2288, propose un procédé  
15 de marquage qui est robuste à la compression. Ce procédé utilise des coefficients basse fréquence, non quantifiés, du signal à marquer, qui est non compressé.

Ce procédé est avantageusement utilisé dans le cas où les coefficients basse fréquence sont ultérieurement quantifiés très finement par  
20 rapport à toutes les autres sous-bandes, voir même ne sont pas du tout quantifiés. La compression est effectuée après le marquage.

Ces deux documents montrent que, jusqu'à présent, il n'était pas envisagé d'effectuer un marquage robuste sur des données compressées, les contraintes propres à chacun de ces deux aspects étant différentes.

25 La présente invention vise à remédier aux inconvénients de la technique antérieure, en fournissant un procédé et un dispositif d'insertion d'une information supplémentaire dans des données numériques compressées, qui sont à la fois plus robustes et plus rapides que ceux de la technique antérieure.

30

A cette fin, l'invention propose un procédé d'insertion d'une information supplémentaire dans un ensemble de données numériques

représentant des grandeurs physiques, les données ayant été traitées par transformation, quantification et codage entropique pour être compressées, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes de :

- extraction d'un sous-ensemble de coefficients de basse fréquence, de  
5 l'ensemble de données,
  - décodage entropique des coefficients dudit sous-ensemble,
  - modulation des coefficients décodés par un signal représentatif de l'information supplémentaire, de manière à former des coefficients marqués quantifiés,
- 10
  - codage entropique des coefficients marqués,
  - insertion des coefficients marqués et codés à la place des coefficients du sous-ensemble, dans l'ensemble de données.

Corrélativement, l'invention propose un dispositif d'insertion d'une information supplémentaire dans un ensemble de données numériques  
15 représentant des grandeurs physiques, les données ayant été traitées par transformation, quantification et codage entropique pour être compressées, caractérisé en ce qu'il comprend :

- des moyens d'extraction d'un sous-ensemble de coefficients de basse fréquence, de l'ensemble de données,
- 20
  - des moyens de décodage entropique des coefficients dudit sous-ensemble,
  - des moyens de modulation des coefficients décodés par un signal représentatif de l'information supplémentaire, de manière à former des coefficients marqués quantifiés,
- 25
  - des moyens de codage entropique des coefficients marqués,
  - des moyens d'insertion des coefficients marqués et codés à la place des coefficients du sous-ensemble, dans l'ensemble de données.

Le procédé et le dispositif selon l'invention permettent d'insérer une information supplémentaire dans des données numériques compressées, de  
30 manière rapide, tout en offrant une bonne robustesse.

Le signal de marquage est inséré sur une version sous-échantillonnée de l'image, ce qui permet de ne réaliser qu'un décodage entropique partiel de l'ensemble des données compressées.

Le nombre d'opérations réalisées sur les données compressées est ainsi limité. La complexité calculatoire reste faible.

Les inventeurs ont mis en évidence le fait que le traitement réalisé selon l'invention est robuste. Cela est notamment dû au fait qu'il est réalisé sur des coefficients quantifiés, qui ne subissent aucune déquantification. Le procédé selon l'invention est donc totalement indépendant de toute opération de quantification.

En outre, l'invention présente l'avantage de conserver sensiblement la taille du fichier compressé, ce qui permet donc d'ajouter de l'information sans perdre l'avantage de la compression.

Selon une caractéristique préférée, le signal représentatif de l'information supplémentaire est un signal pseudo-aléatoire. Ce type de signal permet d'insérer une information secrète, qui est difficile à détecter ou à imiter.

Selon une autre caractéristique préférée, l'étape de modulation comporte une décomposition spectrale de l'ensemble de coefficients basse fréquence pour en extraire un second sous-ensemble de coefficients de basse fréquence, la modulation des coefficients du second sous-ensemble par le signal représentatif de l'information supplémentaire, et une transformation, inverse de la décomposition spectrale, du sous-ensemble de coefficients basse fréquence contenant le second sous-ensemble de coefficients modulés.

Ainsi, l'insertion du marquage est effectuée sur un nombre limité de coefficients. De préférence, le sous-ensemble extrait est le sous-ensemble des coefficients de plus basse fréquence issue de la décomposition. Ainsi, l'insertion du marquage est effectuée sur les très basses fréquences de l'image, ce qui améliore encore la robustesse et l'imperceptibilité du marquage.

L'invention concerne aussi un procédé de détection d'une information supplémentaire dans un ensemble de données numériques représentant des grandeurs physiques, les données ayant été traitées par transformation, quantification et codage entropique pour être compressées

préalablement à l'insertion de l'information supplémentaire, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes de :

- extraction d'un sous-ensemble de coefficients de basse fréquence, de l'ensemble de données,
- 5        - décodage entropique des coefficients dudit sous-ensemble,
- calcul de la corrélation entre ledit sous-ensemble et un signal représentatif de l'information supplémentaire et
- comparaison du résultat de la corrélation avec un seuil.

10        L'invention concerne encore un dispositif de détection d'une information supplémentaire dans un ensemble de données numériques représentant des grandeurs physiques, les données ayant été traitées par transformation, quantification et codage entropique pour être compressées préalablement à l'insertion de l'information supplémentaire, caractérisé en ce qu'il comprend :

- 15        - des moyens d'extraction d'un sous-ensemble de coefficients de basse fréquence, de l'ensemble de données,
- des moyens de décodage entropique des coefficients dudit sous-ensemble,
- des moyens de calcul de la corrélation entre ledit sous-ensemble et un
- 20        signal représentatif de l'information supplémentaire et
- des moyens de comparaison du résultat de la corrélation avec un seuil.

Le procédé et le dispositif de détection permettent de détecter si un marquage déterminé est présent ou non dans les données traitées.

25        L'invention vise aussi un appareil de traitement de signal numérique, tel qu'un appareil photographique numérique, une caméra numérique, un système de gestion de bases de données, un ordinateur, un scanner, un appareil d'imagerie médicale, comportant des moyens de mise en œuvre du procédé d'insertion, ou du procédé de détection, ou encore comportant le dispositif d'insertion, ou le dispositif de détection, tels qu'exposés ci-dessus.

30        Les avantages du dispositif d'insertion, des dispositif et procédé de détection, de cet appareil numérique, sont identiques à ceux du procédé d'insertion précédemment exposés.

Un moyen d'enregistrement, intégré ou non au dispositif, éventuellement amovible, mémorise un programme mettant en œuvre le procédé d'insertion, respectivement de détection.

Les caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture d'un mode préféré de réalisation illustré par les dessins ci-joints, dans lesquels :

- la figure 1a est un schéma de principe de l'insertion et de la détection d'une information supplémentaire dans un signal numérique ;
- la figure 1b est un schéma de principe de l'insertion et de l'extraction d'une information supplémentaire dans un signal numérique ;
- la figure 2 représente un dispositif d'insertion d'une information supplémentaire dans des données, selon la présente invention ;
- la figure 3 représente une portion de train binaire formé dans le dispositif de la figure 2 ;
- la figure 4 représente un dispositif de détection d'une information supplémentaire dans des données, selon la présente invention ;
- la figure 5 représente un mode de réalisation de dispositif selon la présente invention ;
- la figure 6 est un algorithme général d'insertion d'une information supplémentaire dans des données, selon la présente invention ;
- la figure 7 est un algorithme de décodage entropique mis en œuvre dans l'algorithme de la figure 6 ;
- la figure 8 est un premier mode de réalisation d'algorithme de modulation mis en œuvre dans l'algorithme de la figure 6 ;
- la figure 9 est un deuxième mode de réalisation d'algorithme de modulation mis en œuvre dans l'algorithme de la figure 6 ;
- la figure 10 représente une image décomposée en sous-bandes de fréquence ;
- la figure 11 est un troisième mode de réalisation d'algorithme de modulation mis en œuvre dans l'algorithme de la figure 6 ;
- la figure 12 est un algorithme de codage entropique mis en œuvre dans l'algorithme de la figure 6 ;

- la figure 13 est un premier mode de réalisation d'algorithme de détection d'information supplémentaire dans des données, selon la présente invention ;

5 - la figure 14 est un second mode de réalisation d'algorithme de détection d'information supplémentaire dans des données, selon la présente invention ;

- la figure 15 est un premier mode de réalisation d'algorithme de recherche d'information supplémentaire dans des données, mis en œuvre dans l'algorithme de la figure 14 ;

10 - la figure 16 est un deuxième mode de réalisation d'algorithme de recherche d'information supplémentaire dans des données, mis en œuvre dans l'algorithme de la figure 14 ;

- la figure 17 est un troisième mode de réalisation d'algorithme de recherche d'information supplémentaire dans des données, mis en œuvre dans l'algorithme de la figure 14.

Dans l'exemple ci-après, et à titre d'exemple non limitatif, les données numériques sont constituées d'une suite d'échantillons numériques représentant une image I.

20 L'information supplémentaire est une marque secrète que l'on veut insérer dans l'image I de manière imperceptible et robuste. Cette marque secrète peut par exemple permettre d'identifier le créateur ou propriétaire de l'image I. Cette information supplémentaire se compose dans cet exemple d'un signal numérique de marquage W généré par une clé confidentielle K. Ce signal  
25 de marquage W est inséré dans l'image I.

Il existe deux catégories de marquage, qui diffèrent principalement par l'utilisation qui en est faite et par la structure du décodeur. La première catégorie de marquage consiste à insérer un signal de marquage prédéterminé, que l'on cherchera ensuite à détecter dans une phase de décodage. Cette  
30 détection suppose la connaissance, lors du décodage, du signal de marquage utilisé.

La seconde catégorie de marquage consiste à insérer un signal de marquage, que l'on cherchera ensuite à extraire dans une phase de décodage, mais sans en avoir la connaissance a priori.

Ces deux catégories sont illustrées par les figures 1a et 1b.

5 De manière générale, et comme illustré à la **figure 1a**, un dispositif d'insertion est assimilable globalement à un codeur C1 qui code dans une image I un signal de marquage W défini par une clé K. Le signal de marquage est par exemple pseudo-aléatoire. Une image marquée I' est fournie à la sortie du codeur C1.

10 Cette image I' peut subir un certain nombre de traitements assimilables à l'addition d'un bruit non linéaire pour être transmise ou bien stockée, ou une transformation numérique / analogique pour être visionnée, ou une transformation géométrique telle qu'un changement d'échelle, ou l'extraction d'une partie de l'image, ou encore un filtrage.

15 Après traitement, l'image I\*, qui correspond à une version bruitée de l'image marquée I', peut être transmise à un décodeur D1 associé au codeur C1. Ce décodeur D1 estimera de manière classique, à partir de la clé secrète K et du signal de marquage W, si l'image I\* contient un signal de modulation inséré W. Cette détection repose sur une mesure de corrélation, qui sera  
20 décrite en détail dans la suite de la description en référence au dispositif et procédé de décodage.

A la **figure 1b**, le codeur C2 insère un signal de marquage qui est un signal binaire comportant un nombre prédéterminé de bits. La clé K permet ici de personnaliser la façon dont on insère le signal de marquage W. Ce signal de  
25 marquage n'est pas pseudo-aléatoire, et contient de l'information.

Le décodeur D2 traite l'image I\* pour extraire, à partir de la clé K uniquement, un signal de marquage W\* qui est une estimation du signal de marquage W.

Dans la suite, on détaille plus particulièrement un exemple  
30 d'insertion/détection de marquage. Bien entendu, l'invention s'applique également au cas de l'insertion/extraction de marquage.



Selon le mode de réalisation choisi et représenté à la **figure 2**, un dispositif d'insertion d'une information supplémentaire dans des données est intégré dans un dispositif de traitement de données TD1, tel qu'un ordinateur, un appareil photographique numérique, un scanner, par exemple.

5 Une source 1 de données non codées comporte par exemple un moyen de mémoire, telle que mémoire vive, disque dur, disquette, disque compact, pour mémoriser des données non codées, ce moyen de mémoire étant associé à un moyen de lecture approprié pour y lire les données. Un moyen pour enregistrer les données dans le moyen de mémoire peut  
10 également être prévu. La source 1 peut également être intégrée ou non à l'appareil numérique.

Comme déjà précisé, on considérera plus particulièrement dans la suite que les données à coder sont une suite d'échantillons numériques représentant une image I.

15 La source 1 fournit un signal numérique d'image SI à l'entrée d'un circuit de transformation 2. Le signal d'image SI est une suite de mots numériques, par exemple des octets. Chaque valeur d'octet représente un pixel de l'image I, ici à 256 niveaux de gris, ou image noir et blanc.

Dans le cas d'une image multispectrale, par exemple une image en  
20 couleur ayant des composantes dans trois bandes de fréquence, de type rouge-vert-bleu ou luminance et chrominances, on transforme tout d'abord, si nécessaire, l'image pour l'exprimer par ses composantes de luminance et chrominances. On traite ensuite le signal de luminance pour y insérer le signal de marquage, comme dans l'image monospectrale, les composantes de  
25 chrominances étant inchangées par ce traitement.

Les transformations envisagées ici sont des décompositions du signal de données, de manière à effectuer une analyse fréquentielle du signal.

Le circuit de transformation 2 est relié à un circuit de quantification 3. Le circuit de quantification met en œuvre une quantification connue en soi, par  
30 exemple une quantification scalaire, ou une quantification vectorielle, des coefficients, ou de groupes de coefficients, du signal fourni par le circuit 2.

Le circuit 3 est relié à un circuit 4 de codage entropique, qui effectue un codage entropique, par exemple un codage de Huffman, ou un codage arithmétique, des données quantifiées par le circuit 3.

Les circuits 2, 3 et 4 sont classiques et transforment des données, par exemple une image numérique, en des données compressées, sous la forme d'un train binaire.

Dans un exemple de réalisation plus particulièrement considéré, le codage réalisé par les circuits 2, 3 et 4 est un codage JPEG (Joint Photographic Expert Group) qui est fréquemment utilisé pour traiter les images fixes.

10 L'image source I est décomposée en N blocs carrés, adjacents, de taille 8x8 pixels, où N est un entier. Une transformation en cosinus discret DCT (Discrete Cosine Transform) est appliquée sur chaque bloc pour former N blocs de coefficients transformés qui ont la même taille que les blocs initiaux. Pour un bloc considéré de rang i, l'un des coefficients transformés est un coefficient de  
15 basse fréquence noté  $dc_i$ , ici une composante continue, et les 63 autres coefficients sont des composantes de haute fréquence.

Les coefficients transformés sont quantifiés par le circuit 3 au moyen d'une table de quantification. La table de quantification est elle-même codée et incluse dans le train binaire contenant les données codées de manière à être  
20 transmise au décodeur avec les données codées.

Les coefficients quantifiés sont ensuite fournis au circuit 4 qui effectue un codage entropique sur ces coefficients. Le codage utilisé est un codage de Huffman ou un codage arithmétique. Les coefficients de basse fréquence sont codés différemment et séparément des coefficients de haute  
25 fréquence, car leurs distributions statistiques sont différentes.

Un codage prédictif est effectué sur les coefficients basse fréquence, préalablement au codage entropique. Chaque coefficient basse fréquence est ainsi remplacé par un coefficient différentiel. Pour le premier bloc codé, la prédiction pour le coefficient basse fréquence  $dc_1$  est égale à zéro. Le  
30 coefficient différentiel correspondant  $d_1$  est alors égal à  $dc_1$ . Pour les blocs suivants, la prédiction pour le coefficient basse fréquence  $dc_i$  est égale au

coefficient basse fréquence  $dc_{i-1}$  du bloc précédemment considéré. Le coefficient différentiel  $d_i$  est alors égal à la différence ( $dc_i - dc_{i-1}$ ).

Plusieurs tables de codage entropique sont généralement utilisées. Les tables de codage entropique sont codées dans le train binaire, de manière  
5 à être transmises au décodeur.

Le circuit de codage entropique 4 délivre un train binaire contenant les données de l'image compressée. La figure 3 représente une portion de train binaire, et montre plus particulièrement les données codées de deux blocs successifs de l'image. Le bloc de rang  $i$ , respectivement  $i+1$ , est codé par un  
10 coefficient différentiel  $D_i$ , respectivement  $D_{i+1}$ , et par des événements codés représentant la suite des coefficients haute fréquence  $AC_{i,k}$ , respectivement  $AC_{i+1,k}$ . La fin d'un bloc est repérée par un mot de fin EOB.

Il est à noter que les blocs de l'image sont considérés et traités dans un ordre prédéterminé, par exemple dans l'ordre de balayage vidéo, et que  
15 dans un bloc donné, les coefficients sont également considérés dans un ordre prédéterminé, par exemple aussi en zigzag du coin haut gauche jusqu'au coin bas droit.

Selon l'invention, le dispositif comporte un circuit de marquage 5 qui insère une marque secrète dans les données compressées par les circuits 2, 3  
20 et 4, ici une image compressée.

Le circuit de marquage 5 comporte un circuit d'extraction de coefficients 51 qui extrait un sous-ensemble de coefficients de basse fréquence de l'image compressée.

Le circuit 51 est relié à un circuit de décodage entropique 52 qui  
25 effectue un décodage entropique des coefficients extraits par le circuit 51. Le décodage entropique correspond au codage entropique réalisé par le circuit 4, mis à part le fait que le décodage entropique ne porte que sur les coefficients basse fréquence.

Le circuit 52 est relié à un circuit 53 de marquage des coefficients  
30 décodés par le circuit 52. Le circuit 53 effectue une modulation des coefficients à marquer par un signal de marquage  $W$ .

Le circuit 53 est relié à un circuit de codage entropique 54 qui effectue un codage entropique des coefficients marqués par le circuit 53. Le codage entropique est identique au codage entropique réalisé par le circuit 4, mis à part le fait qu'il ne porte que sur les coefficients basse fréquence.

5 Le circuit 54 est relié à un circuit d'insertion 55 qui place les coefficients marqués et codés à la place des coefficients extraits dans le train binaire.

Il est à noter que le circuit de marquage 5 peut être mis en œuvre dans un dispositif distinct du dispositif de compression, les deux dispositifs  
10 comportant alors des interfaces pour communiquer ensemble.

Des moyens 6 utilisateurs de données codées sont reliés en sortie du dispositif de marquage 5.

Les moyens utilisateurs 6 comportent par exemple des moyens de mémorisation de données codées, et/ou des moyens de transmission des  
15 données codées.

Un dispositif de détection d'information supplémentaire, correspondant au dispositif d'insertion précédent, est représenté à la **figure 4**. Ce dispositif de détection d'une information supplémentaire dans des données est intégré dans un dispositif de traitement de données TD2, tel qu'un  
20 ordinateur, un appareil photographique numérique, un télécopieur, par exemple.

Le dispositif de détection comporte une source 20 de données compressées qui fournit ici une image compressée et éventuellement marquée I\* à un circuit d'extraction 21 analogue au circuit 51 précédemment décrit.

Le circuit 21 est relié à un circuit de décodage entropique 22  
25 analogue au circuit 52 précédemment décrit. Le circuit 22 est lui-même relié à un circuit de vérification 23 qui vérifie si l'image fournie au dispositif TD2 comporte un marquage prédéterminé. Le fonctionnement du dispositif TD2 sera exposé en détail dans la suite.

En référence à la **figure 5**, est décrit un exemple de dispositif  
30 mettant en œuvre l'invention. Ce dispositif est adapté à insérer et/ou détecter un signal de marquage dans un signal numérique, selon les exemples développés dans la suite.

Le dispositif 10 est ici un micro-ordinateur comportant un bus de communication 101 auquel sont reliés :

- une unité centrale 100,
- une mémoire morte 102,
- 5       - une mémoire vive 103,
- un écran 104,
- un clavier 114,
- un disque dur 108,
- un lecteur de disquette 109 adapté à recevoir une disquette 110,
- 10       - une interface 112 de communication avec un réseau de communication 113,
- une carte d'entrée-sortie 106 reliée à un microphone 111.

Le disque dur 108 mémorise les programmes mettant en œuvre l'invention, ainsi que les données à coder et les données codées selon l'invention. Ces programmes peuvent aussi être lus sur la disquette 110, ou  
15       reçus via le réseau de communication 113, ou encore mémorisés en mémoire morte 102.

De manière plus générale, les programmes selon la présente invention sont mémorisés dans un moyen de stockage. Ce moyen de stockage  
20       est lisible par un ordinateur ou par un microprocesseur. Ce moyen de stockage est intégré ou non au dispositif, et peut être amovible. Par exemple, il peut comporter une bande magnétique, une disquette ou un CD-ROM (disque compact à mémoire figée).

Lors de la mise sous tension du dispositif, les programmes selon la présente invention sont transférés dans la mémoire vive 103 qui contient alors  
25       le code exécutable de l'invention et les variables nécessaires à la mise en œuvre de l'invention.

Le dispositif 10 peut recevoir des données à coder depuis un dispositif périphérique 107, tel qu'un appareil photographique numérique, ou un  
30       scanner, ou tout autre moyen d'acquisition ou de stockage de données.

Le dispositif 10 peut également recevoir des données à coder depuis un dispositif distant, via le réseau de communication 113, et transmettre des

données codées vers un dispositif distant, toujours via le réseau de communication 113.

Le dispositif 10 peut aussi recevoir des données à coder depuis le microphone 111. Ces données sont alors un signal de son.

5 L'écran 104 permet à un utilisateur notamment de visualiser les données à coder, et sert, avec le clavier 114, d'interface utilisateur.

Le fonctionnement des dispositifs d'insertion de marquage et de détection de marquage selon l'invention va maintenant être décrit au moyen  
10 d'algorithmes.

L'algorithme de la figure 6 représente le fonctionnement général du dispositif d'insertion selon l'invention.

L'étape E1 est la compression d'une image I. L'image est transformée, quantifiée puis codée de manière entropique, comme  
15 précédemment exposé. Le codage effectué est de type JPEG, ou implique de manière générale une transformation qui aboutit à une représentation spectrale et statistique adaptée pour la compression, telle qu'une transformation par DCT, ou une transformation par ondelettes. Le résultat de la compression est une image compressée IC.

20 Comme représenté à la figure 3, l'image compressée IC est contenue dans un train binaire.

L'étape suivante E2 est une extraction de coefficients de basse fréquence de l'image compressée IC. Dans le cas d'un codage de type JPEG, comme déjà précisé, un coefficient basse fréquence par bloc de taille 8 fois 8  
25 coefficients est extrait, ce qui forme un ensemble, dit imagerie, contenant N coefficients basse fréquence  $D_1$  à  $D_N$ .

L'étape suivante E3 est le décodage entropique des coefficients extraits  $D_1$  à  $D_N$ . Le décodage entropique correspond au codage entropique effectué à l'étape E1. Les étapes E2 et E3 sont détaillées à la figure 7.

30 Le résultat de l'étape E3 est une imagerie contenant les coefficients basse fréquence décodés  $dc_1$  à  $dc_N$ . Ces coefficients sont quantifiés.

L'étape suivante E4 est la modulation de l'imagette par un signal de marquage W. Cette étape, qui sera détaillée dans la suite, a pour résultat une imagette marquée, c'est-à-dire un ensemble de coefficients marqués quantifiés.

5 L'étape E4 est suivie de l'étape E5 qui est le codage entropique des coefficients de l'imagette marquée. Le codage entropique réalisé est identique au codage entropique réalisé à l'étape E1, mis à part le fait qu'il porte sur un nombre plus petit de coefficients. A l'étape E6, ces coefficients codés  $D'_i$  sont ensuite replacés dans l'image compressée, à la place des coefficients traités. Le résultat est une image compressée et marquée ICM.

10 La figure 7 représente de manière plus détaillée l'extraction et le décodage entropique des coefficients de basse fréquence de l'image compressée IC (étapes E2 et E3). Ces opérations sont réalisées par des étapes E20 à E29.

15 L'étape E20 est la lecture et la mémorisation de la table de codage entropique dans le fichier contenant le train binaire représentant l'image compressée IC.

L'étape suivante E21 est l'initialisation d'un paramètre de travail  $i$  à un. Le paramètre  $i$  représente le rang du coefficient basse fréquence dans l'imagette.

20 L'étape suivante E22 est la lecture du premier coefficient basse fréquence  $D_1$  dans le train binaire.

L'étape suivante E23 est le décodage entropique du coefficient  $D_1$ , à l'aide de la table de codage entropique lue à l'étape E20. Le coefficient décodé  $d_1$  est égal au coefficient  $dc_1$ , qui est mémorisé.

25 L'étape suivante E24 est la recherche du prochain mot de fin de bloc EOB dans le train binaire.

L'étape suivante E25 est l'incrémentement de la variable  $i$  pour considérer le prochain coefficient différentiel  $D_i$  dans le train binaire. Ce coefficient suit, dans le train binaire, le mot de fin de bloc EOB lu à l'étape E24.  
30 Le coefficient différentiel  $D_i$  est lu à l'étape E26.

L'étape suivante E27 est le décodage entropique du coefficient différentiel  $D_i$  à l'aide de la table de codage entropique lue à l'étape E20. Le coefficient décodé est noté  $d_i$ .

L'étape suivante E28 est le décodage différentiel qui permet de  
5 déterminer le coefficient basse fréquence  $dc_i$ , par la formule :

$$dc_i = dc_{i-1} + d_i$$

Le résultat de l'étape E28 est le coefficient basse fréquence  $dc_i$  qui est mémorisé.

L'étape suivante E29 est un test pour déterminer si tous les  
10 coefficients basse fréquence ont été décodés. Si la réponse est négative l'étape E29 est suivie de l'étape E24. Lorsque la réponse est positive à l'étape E29, alors l'imagette des coefficients basse fréquence  $dc_1$  à  $dc_N$  est complètement déterminée. Comme déjà précisé, ces coefficients sont des grandeurs quantifiées.

15 Bien entendu, l'extraction des coefficients basse fréquence qui a été décrite est un exemple lié à l'utilisation de JPEG. Par exemple, dans la version dite progressive de JPEG, l'information basse fréquence est regroupée dans une partie du train binaire. Il est donc possible de l'extraire en une seule opération avant d'appliquer le décodage entropique.

20 La figure 8 représente un premier mode de réalisation de modulation, dite modulation directe, du signal de marquage dans l'imagette des coefficients basse fréquence  $dc_1$  à  $dc_N$  déterminée par les étapes E20 à E29. Ce mode de réalisation de modulation comporte des étapes E40 à E43. De préférence, la modulation directe n'utilise que des grandeurs quantifiées, par  
25 exemple entières, ce qui évite une opération de quantification à la fin de la modulation.

L'étape E40 considère successivement chacun des coefficients basse fréquence  $dc_i$  de l'imagette, dans un ordre de balayage prédéterminé.

A l'étape E41, on fait un tirage pseudo-aléatoire, par exemple d'une  
30 loi binaire, initialisé par un nombre K qui est une clé secrète identifiant par exemple le propriétaire de l'image.



Le tirage pseudo-aléatoire a pour résultat un signal pseudo-aléatoire  $W$  comportant un nombre  $N$  de coefficients  $w_i$  égal au nombre de coefficients de l'imagette. Par exemple, les coefficients  $w_i$  sont égaux à  $+1$  ou  $-1$ .

5 L'étape E42 est la modulation proprement dite du signal de marquage sur le coefficient basse fréquence courant  $dc_i$  pour fournir un coefficient marqué  $dc'_i$ . Cette modulation est effectuée selon la formule :

$$dc'_i = dc_i + \alpha_i \cdot w_i.$$

Dans cette formule,  $\alpha_i$  est un entier qui dénote une amplitude de modulation qui peut être choisie de différentes manières.

10 De préférence, l'amplitude de modulation dépend du pas de quantification utilisé pour quantifier les coefficients basse fréquence, de sorte que le seuil de détection qui sera utilisé pour détecter le marquage dans l'image, comme exposé dans la suite, soit indépendant du pas de quantification. Par exemple, si l'on considère un codage JPEG avec un facteur de qualité au moins égal à 75, on peut choisir  $\alpha_i = \text{INT}\{\alpha_0/P\}$ , où INT dénote la partie entière, 15  $P$  le pas de quantification, et  $\alpha_0$  peut être égal à 8.

L'amplitude de modulation peut être une constante proportionnelle au pas de quantification utilisé.

20 L'amplitude de modulation peut être une moyenne pondérée des coefficients basse fréquence voisins du coefficient basse fréquence courant. Le pas de quantification est alors également automatiquement pris en compte.

L'amplitude de modulation peut tenir compte de la limite de visibilité locale afin d'assurer un masquage psychovisuel de manière à garantir l'invisibilité du marquage.

25 Dans tous les cas, l'amplitude de modulation est entière.

L'étape suivante E43 permet de réaliser un bouclage sur l'étape E40, pour tous les coefficients de l'imagette à traiter. Lorsque tous les coefficients ont été traités, le résultat est une imagette à laquelle le signal de marquage a été appliqué. Cette imagette contient des coefficients marqués quantifiés.

30 La figure 9 représente un deuxième mode de réalisation de modulation du signal de marquage (étape E4) dans l'imagette des coefficients

basse fréquence déterminée par les étapes E20 à E29. Ce mode de réalisation de modulation comporte des étapes E400 à E404.

Dans ce mode de réalisation, une transformation spectrale est tout d'abord appliquée à l'ensemble des coefficients basse fréquence  $\{dc_i\}$  avant l'insertion du marquage. Ce mode de réalisation prend en compte les caractéristiques fréquentielles des coefficients basse fréquence et permet de limiter d'éventuels artefacts visibles dus à la présence du marquage dans l'image.

L'étape E400 est une décomposition spectrale multirésolution, par exemple une décomposition en ondelette discrète, de l'imagette. Cette décomposition de l'imagette  $\{dc_i\}$  est classique et a pour résultat des signaux de sous-bandes selon plusieurs niveaux de résolution. Par exemple, la décomposition peut avoir pour résultat dix signaux de sous-bande répartis selon trois niveaux de résolution, comme représenté à la figure 10. Cette décomposition est réalisée par un ensemble classique de filtres passe-haut et passe-bas associés à des décimateurs.

L'étape E401 est l'extraction d'un signal de sous-bande de la décomposition, par exemple le signal de sous-bande LL de plus basse fréquence et de résolution la plus faible dans la décomposition. Bien entendu, il est possible de choisir une autre sous-bande de la décomposition.

L'étape suivante E402 est la modulation d'un signal de marquage W1 sur le signal LL extrait à l'étape E401. L'étape E402 est analogue aux étapes E40 à E43 précédemment décrites, appliquées au signal de sous-bande extrait à l'étape E401. Le signal de marquage W1 utilisé ici a un nombre de coefficients correspondant au nombre de coefficients du signal de sous-bande LL extrait à l'étape E401.

Dans le cas où la décomposition spectrale est réalisée par des opérations de filtrage classiques, les grandeurs obtenues ne sont plus quantifiées. La modulation n'est donc pas nécessairement réalisées avec des grandeurs quantifiées, puisqu'une quantification sera effectuée à la fin de la modulation.

Les coefficients  $w_i$  ainsi que l'amplitude de modulation ne sont pas nécessairement des grandeurs quantifiées. En particulier, l'amplitude de modulation peut être choisie comme précédemment exposé, ou peut aussi être proportionnelle au coefficient basse fréquence courant :  $\alpha_i = 0,1 \cdot dc_i$ , par exemple. Le pas de quantification est alors automatiquement pris en compte.

A l'étape suivante E403, le signal de sous-bande modulé LL' est remplacé dans la décomposition de l'imagette, à la place du signal extrait LL.

L'étape suivante E404 est la transformation inverse de celle effectuée à l'étape E400. L'étape E404 a pour résultat une imagette à laquelle le signal de marquage a été appliqué.

L'étape E404 comporte ensuite une requantification des coefficients de l'imagette marquée, de sorte que le coefficient marqué  $dc_i$  soit quantifié à la valeur entière la plus proche de sa valeur précédemment calculée. Cette opération de quantification est donc un simple arrondi numérique, de très faible complexité.

La figure 11 représente un troisième mode de réalisation de modulation du signal de marquage (étape E4) dans l'imagette des coefficients basse fréquence déterminée par les étapes E20 à E29. Ce mode de réalisation comporte des étapes E4000 à E4004.

Dans ce mode de réalisation, une transformation spectrale différente de celle du deuxième mode de réalisation est appliquée à l'ensemble des coefficients basse fréquence  $\{dc_i\}$  avant la modulation proprement dite du signal de marquage. La transformation spectrale est une transformation en cosinus discrète (DCT), qui en outre est ici globale, c'est-à-dire appliquée à l'ensemble de l'imagette. Cette transformation peut permettre d'obtenir pour certaines images un meilleur compromis invisibilité/robustesse de la détection pour certaines images traitées. De plus, cette transformation permet une répartition spectrale du signal de marquage adaptée à l'image traitée.

En outre, l'ensemble de coefficients dans lequel le signal de marquage est effectivement modulé est déterminé de manière différente de celle du deuxième mode de réalisation (figure 9).

L'étape E4000 consiste en l'application d'une transformation en cosinus discrète globale sur l'imagette des coefficients basse fréquence  $\{dc_i\}$ . Cette étape a pour résultat un ensemble de N coefficients spectraux, où N est le nombre de coefficients  $\{dc_i\}$  de l'imagette traitée. Parmi ces N coefficients, on distingue un premier coefficient qui est un coefficient « basse fréquence » qui représente la valeur moyenne de toute l'imagette considérée.

L'étape suivante E4001 consiste en l'extraction d'un sous-ensemble de P coefficients spectraux  $X_i$  de l'ensemble des N coefficients formés à l'étape précédente, le nombre P étant prédéterminé. Par exemple, le premier coefficient spectral est laissé intact, et les P coefficients spectraux suivants sont extraits dans l'ordre de lecture en zigzag tel qu'il est décrit dans le parcours d'un bloc dans la norme JPEG. Cette méthode est connue en soi, mais elle s'applique avantageusement dans ce cas, parce que l'imagette des coefficients basse fréquence est de taille réduite, ce qui implique un nombre limité de calculs à effectuer.

L'étape suivante E4002 consiste en la modulation d'un signal de marquage  $W_2$ , de longueur P égale au nombre de coefficients spectraux extraits  $X_i$ . Cette étape est analogue aux étapes E40 à E43 précédemment décrites, appliquées au sous-ensemble des coefficients spectraux extraits.

Lorsqu'on fait la modulation sur les coefficients extraits  $\{X_i\}$ , qui tels que choisis à l'étape E4001, sont des coefficients « moyenne fréquence », il est préférable de prendre en compte aussi la magnitude des coefficients extraits. En particulier, l'amplitude de la modulation peut être choisie d'après la formule :  $\alpha_i = 0,1 \cdot |X_i|$  par exemple. Ainsi, la magnitude des coefficients et le pas de quantification sont automatiquement pris en compte. D'autres façons de choisir l'amplitude de modulation, décrites précédemment, peuvent également s'appliquer. On peut noter que les coefficients  $X_i$  ne sont pas quantifiés après application de la DCT, donc il n'est pas nécessaire d'effectuer une modulation avec une valeur quantifiée.

L'étape suivante E4003 consiste à replacer les coefficients spectraux traités à l'étape précédente dans l'ensemble des coefficients spectraux, dans l'ordre prédéterminé à l'extraction de l'étape E4001.

L'étape suivante E4004 consiste à appliquer la transformation DCT inverse, de façon à obtenir l'ensemble des coefficients basse fréquence modulés  $dc'_i$ . L'étape E4004 comporte également une re-quantification des coefficients sur le même nombre de bits que les coefficients basse fréquence  $dc_i$ , ce qui revient à choisir la valeur entière la plus proche du coefficient réel  $dc'_i$  obtenu par transformation inverse.

La figure 12 représente le codage entropique et la réinsertion des coefficients marqués dans l'image (étapes E5 et E6). Ces opérations sont réalisées par des étapes E50 à E61.

10 L'étape E50 est une initialisation à laquelle un paramètre de travail  $i$  est initialisé à un. Le paramètre  $i$  va servir à considérer successivement les coefficients marqués.

L'étape suivante E51 est la lecture du premier coefficient marqué quantifié  $dc'_1$ , correspondant au premier bloc de l'image.

15 L'étape suivante E51 est le codage entropique du coefficient précédemment lu.

Le coefficient codé  $D'_1$  est mémorisé à l'étape suivante E53 dans un fichier compressé qui va contenir le train binaire correspondant à l'image compressée et marquée ICM.

20 L'étape suivante E54 est la recopie dans le fichier compressé des coefficients haute fréquence  $\{AC_{1,k}\}$  du premier bloc en cours de traitement, qui n'ont pas été traités par la présente invention.

A l'étape suivante E55, le paramètre  $i$  est incrémenté de une unité pour considérer le coefficient basse fréquence marqué suivant.

25 L'étape suivante E56 est la lecture du coefficient basse fréquence marqué quantifié courant  $dc'_i$ . Ce coefficient est transformé à l'étape E57 en un coefficient différentiel  $d'_i$  selon la formule :  $d'_i = dc'_i - dc'_{i-1}$ .

L'étape suivante E58 est le codage entropique du coefficient différentiel  $d'_i$  précédemment déterminé. Le coefficient différentiel codé  $D'_i$  est ensuite mémorisé dans le fichier compressé à l'étape E59.

30 L'étape suivante E60 est la recopie des coefficients haute fréquence  $\{AC_{i,k}\}$  du bloc courant d'indice  $i$  dans le fichier compressé.

L'étape suivante E61 est un test pour déterminer si tous les blocs de l'image considérée ont été parcourus. Tant qu'il reste au moins un bloc à traiter, l'étape E61 est suivie de l'étape E55 précédemment décrite.

Lorsque tous les blocs ont été traités, le fichier compressé contient  
5 l'image compressée et marquée ICM.

On va maintenant s'intéresser au traitement réalisé sur une image  $I^*$  qui a été compressée, pour déterminer si un marquage prédéterminé et connu est présent dans l'image. Ce traitement est effectué dans le décodeur, ou dispositif de détection, précédemment décrit.

10 La **figure 13** représente un premier mode de détection du marquage qui permet de traiter un fichier contenant une image compressée  $I^*$ . Cette détection est effectuée dans le décodeur et comporte des étapes E100 et E101.

L'étape E100 est l'extraction et le décodage entropique des coefficients basse fréquence de l'image compressée. Ces opérations sont  
15 identiques à celles précédemment décrites pour le codage (étapes E2 et E3 et E20 à E29) et ont pour résultat l'imagette des coefficients basse fréquence  $\{dc^*\}$ .

Selon des variantes de réalisation, il est possible alors d'effectuer un filtrage classique de ces coefficients pour éliminer du bruit, ce qui permet  
20 d'améliorer la détectabilité du signal de marquage. Il est également possible de centrer l'ensemble des coefficients.

L'imagette des coefficients basse fréquence  $\{dc^*\}$  est traitée à l'étape E101 de vérification du marquage. Cette étape consiste à rechercher si le marquage  $W$  (ou  $W1$ ) est présent dans l'image compressée. Deux modes de  
25 réalisation de l'étape E101 sont détaillés dans la suite.

L'étape E101 a pour résultat une réponse binaire, représentative de la reconnaissance ou non du marquage dans l'image compressée traitée.

La **figure 14** représente un second mode de détection du marquage, qui permet de traiter une image non compressée. Cette détection comporte des  
30 étapes E200 à E203.

L'étape E200 est une transformation de l'image non compressée, identique à celle réalisée par le circuit 2. L'étape suivante E201 est une

quantification de l'image transformée. Cette quantification est identique à celle réalisée par le circuit 3.

L'étape suivante E202 est l'extraction des coefficients basse fréquence pour former une imagerie basse fréquence  $\{dc^*_i\}$ .

5 L'étape suivante E203 est identique à l'étape E101 précédemment décrite.

Le dispositif de détection correspondant comporte des moyens de transformation, de quantification, d'extraction de coefficients et de vérification.

La figure 15 représente le premier mode de réalisation de  
10 vérification du marquage dans une image (étape E101 ou E203). Cette vérification correspond au premier mode d'insertion du marquage dans l'image et comporte des étapes E500 à E502.

L'étape E500 est un tirage pseudo-aléatoire identique à l'étape E41 précédemment décrite et a pour résultat un signal pseudo-aléatoire W  
15 comportant un nombre de coefficients  $w_i$  égal au nombre de coefficients de l'imagerie.

A l'étape E501, la corrélation  $C = \sum (dc^*_i \cdot w_i)$  entre l'imagerie à traiter et le signal pseudo-aléatoire W est calculée, puis cette quantité est comparée à un seuil de décision SD à l'étape E502.

20 Le résultat de la comparaison permet de décider si l'image traitée comporte ou non le marquage recherché.

La figure 16 représente le deuxième mode de réalisation de  
vérification du marquage dans une image (étape E101 ou E203). Cette  
vérification correspond au deuxième mode d'insertion du marquage dans  
25 l'image et comporte des étapes E600 à E604.

L'étape E600 est une décomposition multispectrale de l'imagerie des coefficients basse fréquence, identique à celle qui est effectuée à l'étape E400. L'étape suivante E601 est l'extraction de la sous-bande de plus basse fréquence, comme à l'étape E401. On note  $dc1_i$  les coefficients de la sous-  
30 bande de plus basse fréquence.

L'étape E602 est un tirage pseudo-aléatoire analogue à celui de l'étape E500, à la différence que le nombre de coefficients tiré est ici égal au nombre de coefficients du signal de sous-bande déterminé à l'étape E601. L'étape E602 a pour résultat le signal de marquage W1, dont les coefficients  
5 sont notés  $w1_i$ .

L'étape suivante E603 est un calcul de corrélation  $C1 = \sum (dc1_i \cdot w1_i)$  entre le signal de sous-bande et le signal pseudo-aléatoire W1. Cette quantité est comparée à un seuil de décision SD1 à l'étape E604.

Le résultat de la comparaison permet de décider si l'image traitée  
10 comporte ou non le marquage recherché.

La figure 17 représente le troisième mode de réalisation de la vérification du marquage dans une image (étape E101 ou E203). Cette vérification correspond à celle qui est décrite dans la figure 16, en remplaçant les étapes de décomposition spectrale et d'extraction des coefficients modulés  
15 par les étapes correspondantes de l'insertion du signal de marquage décrites en référence à la figure 11 (étapes E4001 et E4002).

L'étape E700 est une décomposition spectrale de l'imagette des coefficients basse fréquence, qui est ici la DCT globale appliquée à l'imagette, identique à celle qui est effectuée à l'étape E4000.

20 L'étape suivante E701 est l'extraction d'un sous-ensemble de coefficients fréquentiels, identique à l'étape correspondante E4002 de la figure 11. On note  $X^*_i$  les coefficients fréquentiels extraits.

L'étape E702 est un tirage pseudo-aléatoire initialisé par la clé K, qui a pour but de former le signal de marquage W2, dont les coefficients sont notés  
25  $w2_i$ .

L'étape E703 est le calcul de la corrélation entre les coefficients fréquentiels extraits  $X^*_i$  et le signal de marquage W2.

La quantité calculée est :  $R = \sum X^*_i \cdot w2_i$ .

Il est à noter que d'autres tests statistiques connus peuvent être  
30 utilisés à la place du calcul de corrélation.



L'étape suivante E704 consiste en la comparaison de la valeur de la corrélation R avec un seuil SD2 prédéterminé. Le résultat de cette comparaison permet de décider si l'image traitée contient ou non le marquage W2 recherché.

- 5 Bien entendu, la présente invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés, mais englobe, bien au contraire, toute variante à la portée de l'homme du métier.

## REVENDICATIONS

1. Procédé d'insertion d'une information supplémentaire dans un ensemble de données numériques (I) représentant des grandeurs physiques, les données ayant été traitées par transformation, quantification et codage entropique pour être compressées (E1), caractérisé en ce qu'il comprend les étapes de :
  - extraction (E2) d'un sous-ensemble de coefficients de basse fréquence ( $D_i$ ), de l'ensemble de données,
  - 10 - décodage entropique (E3) des coefficients dudit sous-ensemble,
  - modulation (E4) des coefficients décodés ( $dc_i$ ) par un signal représentatif de l'information supplémentaire (W), de manière à former des coefficients marqués quantifiés ( $dc'_i$ ),
  - codage entropique (E5) des coefficients marqués,
  - 15 - insertion (E6) des coefficients marqués et codés ( $D'_i$ ) à la place des coefficients du sous-ensemble, dans l'ensemble de données.
  
2. Procédé d'insertion selon la revendication 1, caractérisé en ce que le signal (W) représentatif de l'information supplémentaire est un signal pseudo-aléatoire.
  
- 20 3. Procédé d'insertion selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'étape de modulation est effectuée avec des grandeurs quantifiées.
  
- 25 4. Procédé d'insertion selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'étape de modulation (E4) comporte une décomposition spectrale (E400) de l'ensemble de coefficients basse fréquence pour en extraire (E401) un second sous-ensemble (LL) de coefficients de basse fréquence, la modulation des coefficients du second sous-ensemble par le
  - 30 signal représentatif de l'information supplémentaire, et une transformation (E404), inverse de la décomposition spectrale, du sous-ensemble de

coefficients basse fréquence contenant le second sous-ensemble de coefficients modulés.

5 5. Procédé d'insertion selon la revendication 4, caractérisé en ce que le second sous-ensemble de coefficients de basse fréquence est l'ensemble (LL) des coefficients de plus basse fréquence issu de la décomposition spectrale.

10 6. Dispositif d'insertion d'une information supplémentaire dans un ensemble de données numériques (I) représentant des grandeurs physiques, les données ayant été traitées par transformation, quantification et codage entropique pour être compressées, caractérisé en ce qu'il comprend :

- des moyens d'extraction (51) d'un sous-ensemble de coefficients de basse fréquence ( $D_i$ ), de l'ensemble de données,
- 15 - des moyens de décodage entropique (52) des coefficients dudit sous-ensemble,
- des moyens de modulation (53) des coefficients décodés ( $dc_i$ ) par un signal représentatif de l'information supplémentaire (W), de manière à former des coefficients marqués quantifiés ( $dc'_i$ ),
- 20 - des moyens de codage entropique (54) des coefficients marqués,
- des moyens d'insertion (55) des coefficients marqués et codés ( $D'_i$ ) à la place des coefficients du sous-ensemble, dans l'ensemble de données.

25 7. Dispositif d'insertion selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il est adapté à moduler les coefficients décodés par un signal (W) représentatif de l'information supplémentaire qui est un signal pseudo-aléatoire.

30 8. Dispositif d'insertion selon la revendication 6 ou 7, caractérisé en ce que les moyens de modulation sont adaptés à effectuer une modulation avec des grandeurs quantifiées.

9. Dispositif d'insertion selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, caractérisé en ce que les moyens d'extraction sont adaptés à sélectionner un premier ensemble de coefficients basse fréquence, et à effectuer une décomposition spectrale de ce premier ensemble pour en extraire le sous-ensemble (LL) de coefficients de basse fréquence.

10. Dispositif d'insertion selon la revendication 9, caractérisé en ce que les moyens d'extraction sont adaptés à extraire un sous-ensemble (LL) de coefficients de basse fréquence qui est l'ensemble des coefficients de plus basse fréquence issu de la décomposition spectrale.

11. Dispositif d'insertion conforme à l'une des revendications 6 à 10, caractérisé en ce que les moyens d'extraction, de décodage entropique, de modulation, de codage entropique et d'insertion sont incorporés dans :

- un microprocesseur (100) ;
- une mémoire morte (102) comportant un programme pour insérer une information supplémentaire (W) ; et
- une mémoire vive (103) comportant des registres adaptés à enregistrer des variables modifiées au cours de l'exécution du programme.

12. Procédé de détection d'une information supplémentaire dans un ensemble de données numériques représentant des grandeurs physiques, les données ayant été traitées par transformation, quantification et codage entropique pour être compressées préalablement à l'insertion de l'information supplémentaire, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes de :

- extraction (E100) d'un sous-ensemble de coefficients de basse fréquence, de l'ensemble de données,
- décodage entropique (E100) des coefficients dudit sous-ensemble,
- calcul (E101) de la corrélation entre ledit sous-ensemble et un signal représentatif de l'information supplémentaire et
- comparaison (E101) du résultat de la corrélation avec un seuil.

13. Procédé de détection d'une information supplémentaire dans un ensemble de données numériques représentant des grandeurs physiques, les données ayant été traitées par transformation, quantification et codage entropique pour être compressées préalablement à l'insertion de l'information supplémentaire, les données ayant ensuite été décompressées, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes de :

- transformation (E200) de l'ensemble de données,
- quantification (E201) de l'ensemble de données transformé,
- extraction (E202) d'un sous-ensemble de coefficients de basse fréquence, de l'ensemble de données transformé et quantifié,
- calcul (E203) de la corrélation entre ledit sous-ensemble et un signal représentatif de l'information supplémentaire et
- comparaison (E203) du résultat de la corrélation avec un seuil.

14. Dispositif de détection d'une information supplémentaire dans un ensemble de données numériques représentant des grandeurs physiques, les données ayant été traitées par transformation, quantification et codage entropique pour être compressées préalablement à l'insertion de l'information supplémentaire, caractérisé en ce qu'il comprend :

- des moyens d'extraction (21) d'un sous-ensemble de coefficients de basse fréquence, de l'ensemble de données,
- des moyens de décodage entropique (22) des coefficients dudit sous-ensemble,
- des moyens de calcul (23) de la corrélation entre ledit sous-ensemble et un signal représentatif de l'information supplémentaire et
- des moyens de comparaison (23) du résultat de la corrélation avec un seuil.

15. Dispositif de détection conforme à la revendication 14, caractérisé en ce que les moyens d'extraction, de décodage entropique, de calcul et de comparaison sont incorporés dans :

- un microprocesseur (100) ;

- une mémoire morte (102) comportant un programme pour décoder une information supplémentaire (W) ; et
- une mémoire vive (103) comportant des registres adaptés à enregistrer des variables modifiées au cours de l'exécution du programme.

5

16. Dispositif de détection d'une information supplémentaire dans un ensemble de données numériques représentant des grandeurs physiques, les données ayant été traitées par transformation, quantification et codage entropique pour être compressées préalablement à l'insertion de l'information supplémentaire, caractérisé en ce qu'il comprend :

10

- des moyens de transformation de l'ensemble de données,
- des moyens de quantification de l'ensemble de données transformé,
- des moyens d'extraction d'un sous-ensemble de coefficients de basse fréquence, de l'ensemble de données transformé et quantifié,
- 15 - des moyens de calcul de la corrélation entre ledit sous-ensemble et un signal représentatif de l'information supplémentaire et
- des moyens de comparaison du résultat de la corrélation avec un seuil.

20

17. Dispositif de détection conforme à la revendication 16, caractérisé en ce que les moyens de transformation, de quantification, d'extraction, de calcul et de comparaison sont incorporés dans :

25

- un microprocesseur (100) ;
- une mémoire morte (102) comportant un programme pour décoder une information supplémentaire (W) ; et
- 25 - une mémoire vive (103) comportant des registres adaptés à enregistrer des variables modifiées au cours de l'exécution du programme.

30

18. Appareil de traitement de signal numérique (TD1), caractérisé en ce qu'il comporte des moyens adaptés à mettre en œuvre le procédé d'insertion conforme à l'une des revendications 1 à 5.

19. Appareil de traitement de signal numérique (TD1), caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif d'insertion conforme à l'une des revendications 6 à 11.

5                   20. Appareil de traitement de signal numérique (TD2), caractérisé en ce qu'il comporte des moyens adaptés à mettre en œuvre le procédé de détection conforme à l'une des revendications 12 à 13.

10                   21. Appareil de traitement de signal numérique (TD2), caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de détection conforme à l'une des revendications 14 à 17.

15                   22. Appareil photographique numérique, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens adaptés à mettre en œuvre le procédé d'insertion conforme à l'une des revendications 1 à 5.

23. Appareil photographique numérique, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif d'insertion conforme à l'une des revendications 6 à 11.

20                   24. Appareil photographique numérique, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens adaptés à mettre en œuvre le procédé de détection conforme à l'une des revendications 12 à 13.

25                   25. Appareil photographique numérique, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de détection conforme à l'une des revendications 14 à 17.

30                   26. Caméra numérique, caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens adaptés à mettre en œuvre le procédé d'insertion conforme à l'une des revendications 1 à 5.

27. Caméra numérique, caractérisée en ce qu'elle comporte un dispositif d'insertion conforme à l'une des revendications 6 à 11.

5 28. Caméra numérique, caractérisée en ce qu'elle comporte des moyens adaptés à mettre en œuvre le procédé de détection conforme à l'une des revendications 12 à 13.

29. Caméra numérique, caractérisée en ce qu'elle comporte un dispositif de détection conforme à l'une des revendications 14 à 17.

10

30. Système de gestion de bases de données, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens adaptés à mettre en œuvre le procédé d'insertion conforme à l'une des revendications 1 à 5.

15

31. Système de gestion de bases de données, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif d'insertion conforme à l'une des revendications 6 à 11.

20

32. Système de gestion de bases de données, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens adaptés à mettre en œuvre le procédé de détection conforme à l'une des revendications 12 à 13.

25

33. Système de gestion de bases de données, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de détection conforme à l'une des revendications 14 à 17.

30

34. Ordinateur, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens adaptés à mettre en œuvre le procédé d'insertion conforme à l'une des revendications 1 à 5.

35. Ordinateur, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif d'insertion conforme à l'une des revendications 6 à 11.



36. Ordinateur, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens adaptés à mettre en œuvre le procédé de détection conforme à l'une des revendications 12 à 13.

5

37. Ordinateur, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de détection conforme à l'une des revendications 14 à 17.

10 38. Scanner, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens adaptés à mettre en œuvre le procédé d'insertion conforme à l'une des revendications 1 à 5.

39. Scanner, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif d'insertion conforme à l'une des revendications 6 à 11.

15

40. Scanner, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens adaptés à mettre en œuvre le procédé de détection conforme à l'une des revendications 12 à 13.

20 41. Scanner, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de détection conforme à l'une des revendications 14 à 17.

25 42. Appareillage d'imagerie médicale, et notamment appareil de radiographie aux rayons X, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens adaptés à mettre en œuvre le procédé d'insertion conforme à l'une des revendications 1 à 5.

30 43. Appareillage d'imagerie médicale, et notamment appareil de radiographie aux rayons X, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif d'insertion conforme à l'une des revendications 6 à 11.

44. Appareillage d'imagerie médicale, et notamment appareil de radiographie aux rayons X, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens adaptés à mettre en œuvre le procédé de détection conforme à l'une des revendications 12 à 13.

5

45. Appareillage d'imagerie médicale, et notamment appareil de radiographie aux rayons X, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de détection conforme à l'une des revendications 14 à 17.

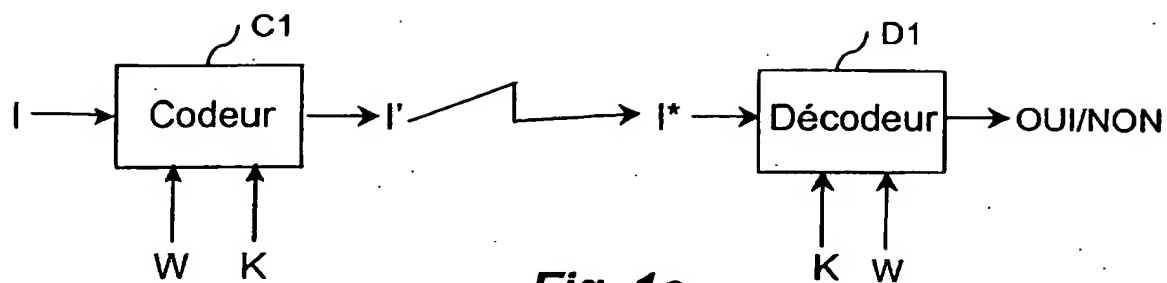
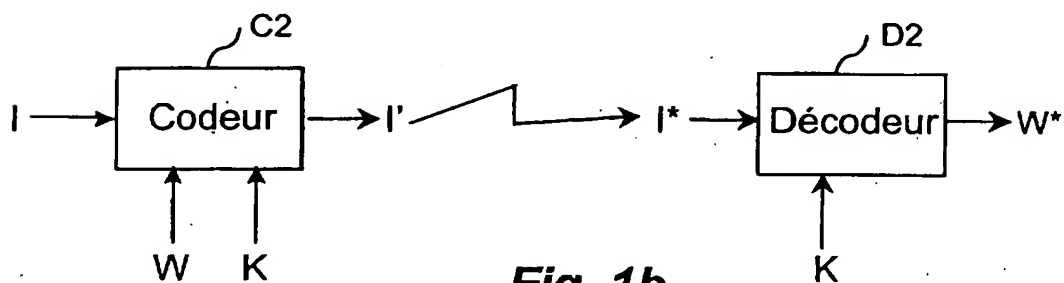
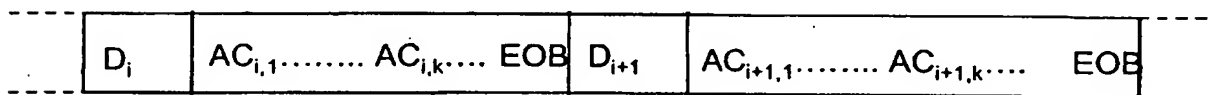
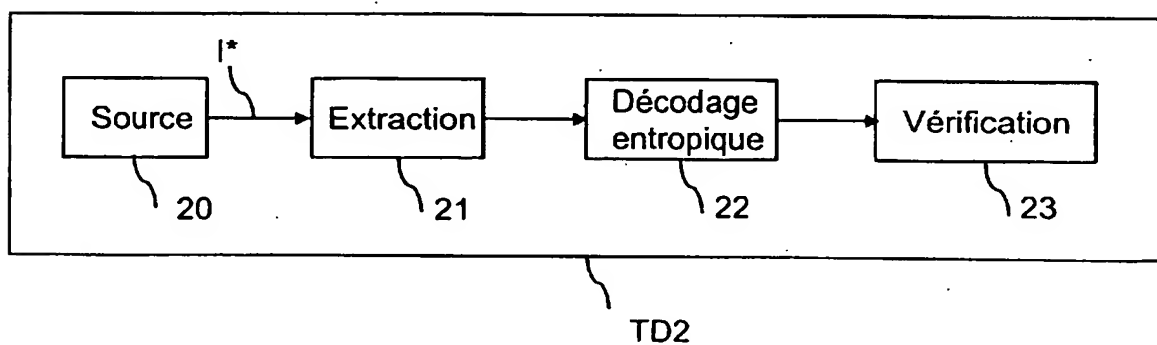
10

15

20

25

1/15

**Fig. 1a****Fig. 1b****Fig. 3****Fig. 4**

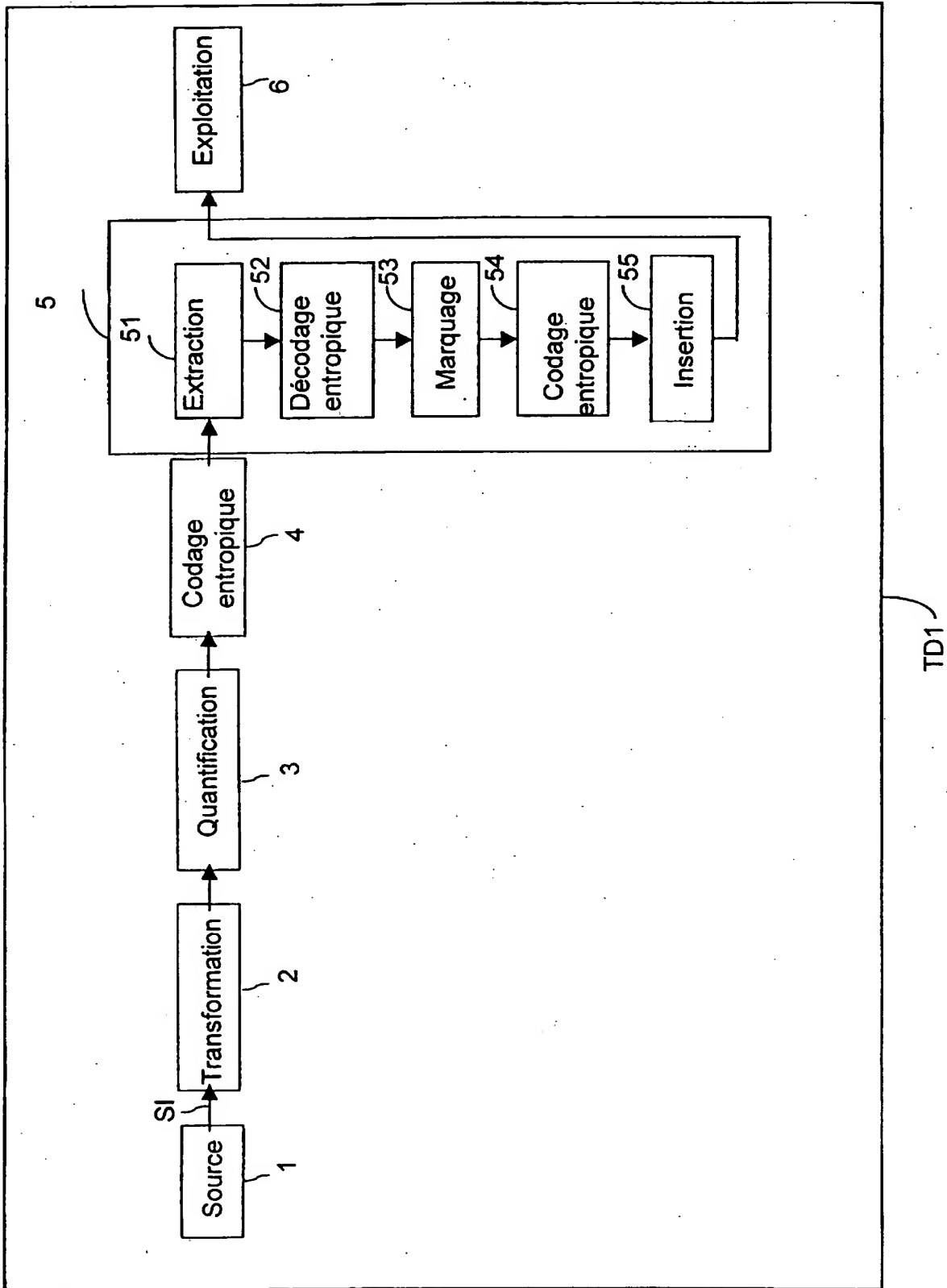
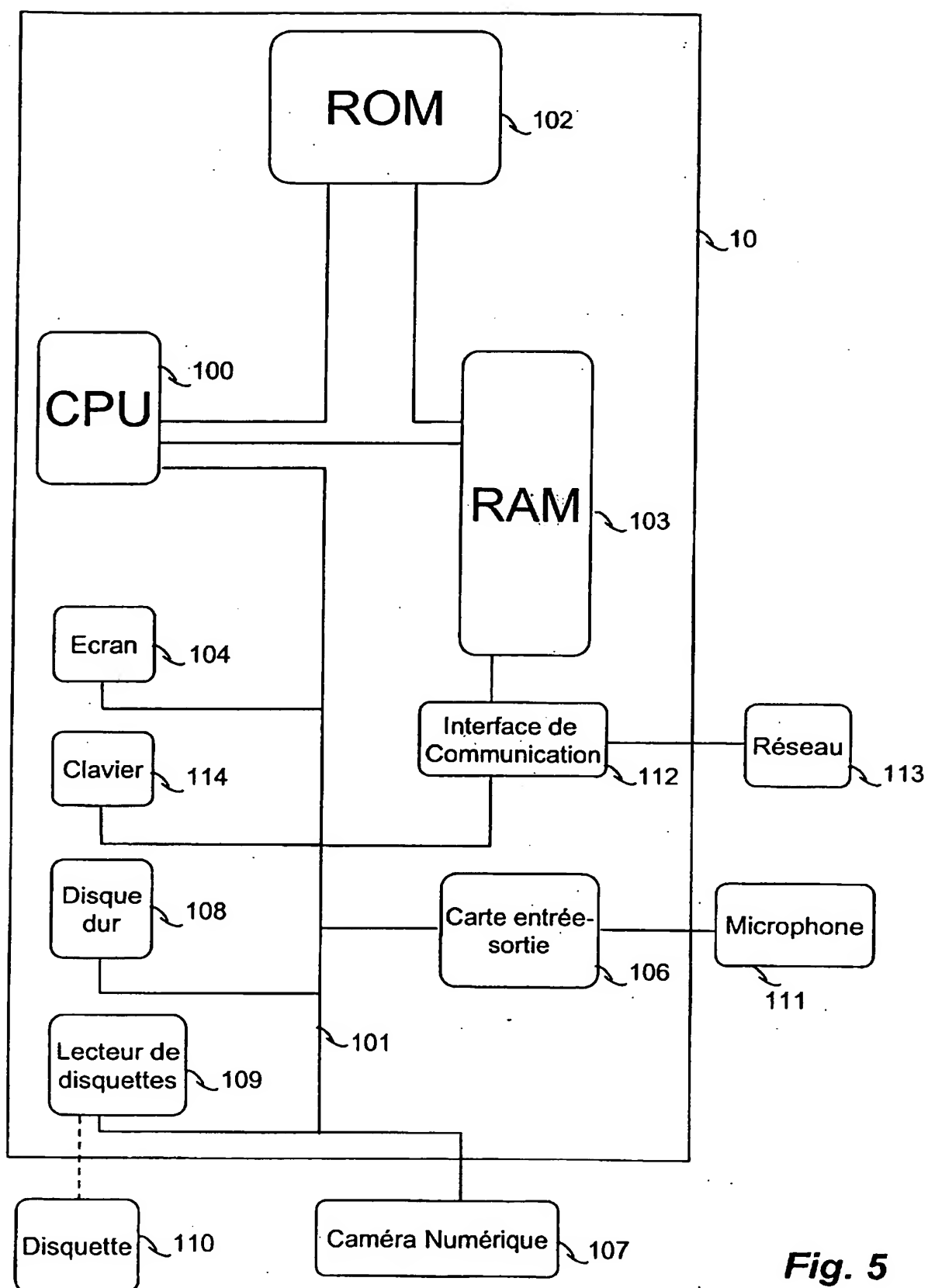
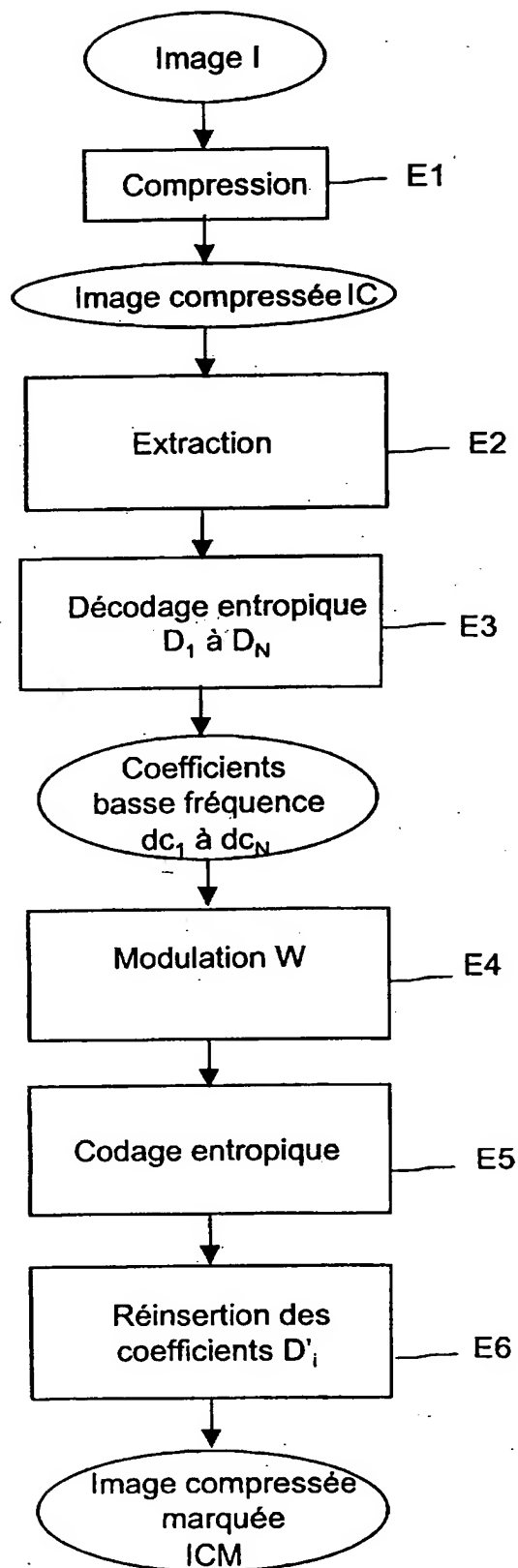


Fig. 2

**Fig. 5**

4/15

**Fig. 6**

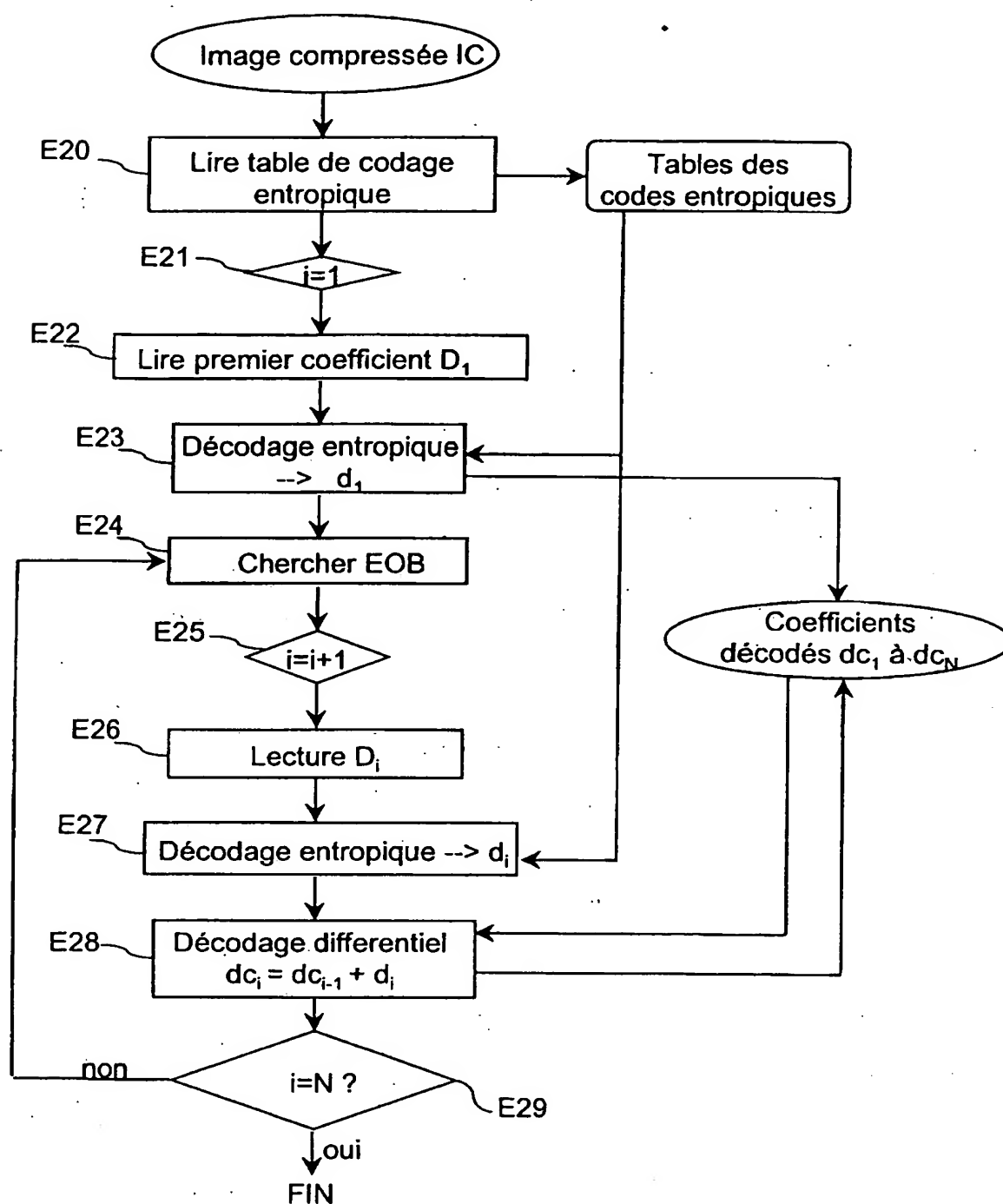
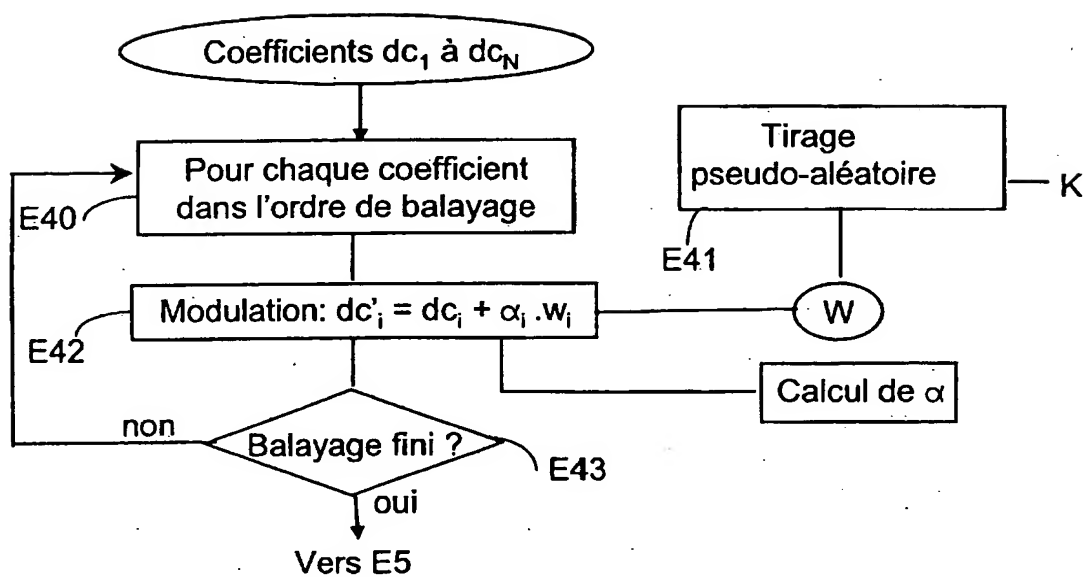
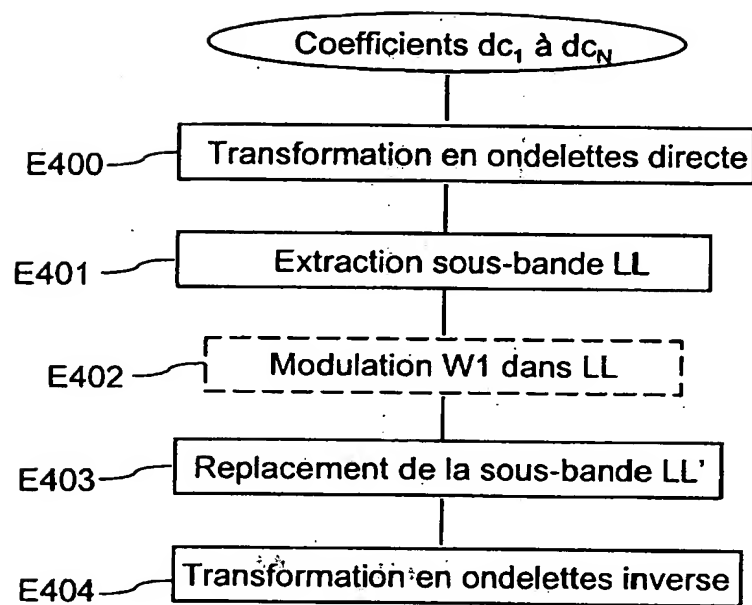


Fig. 7

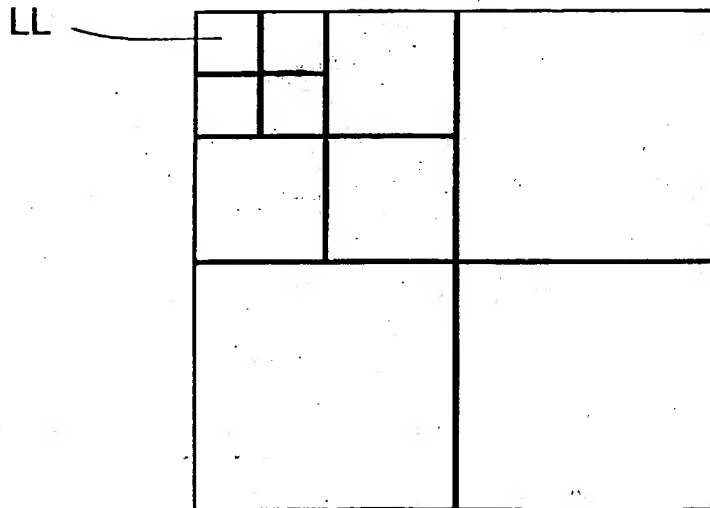
**Fig. 8**



7/15

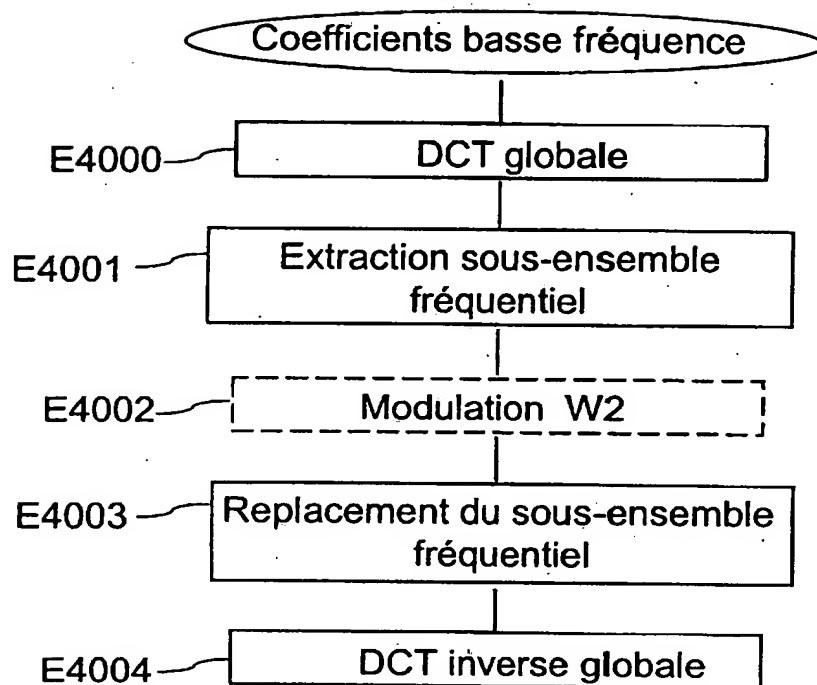
**Fig. 9**

8/15



**Fig. 10**

9/15

**Fig. 11**

10/15

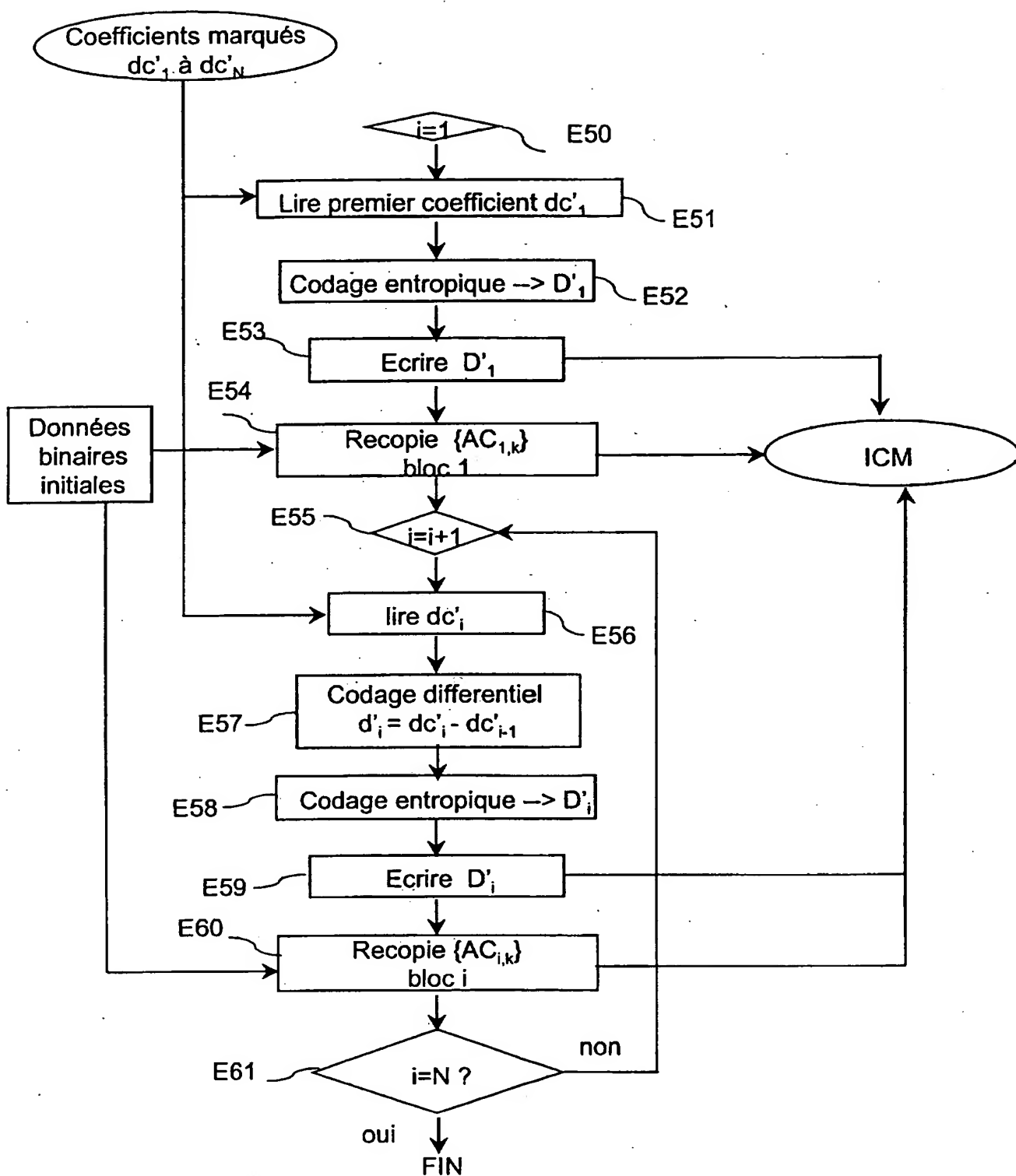
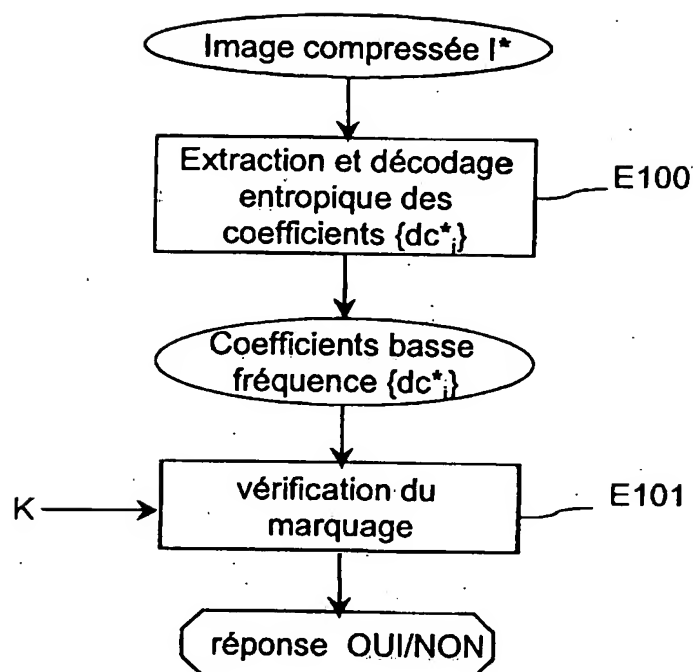
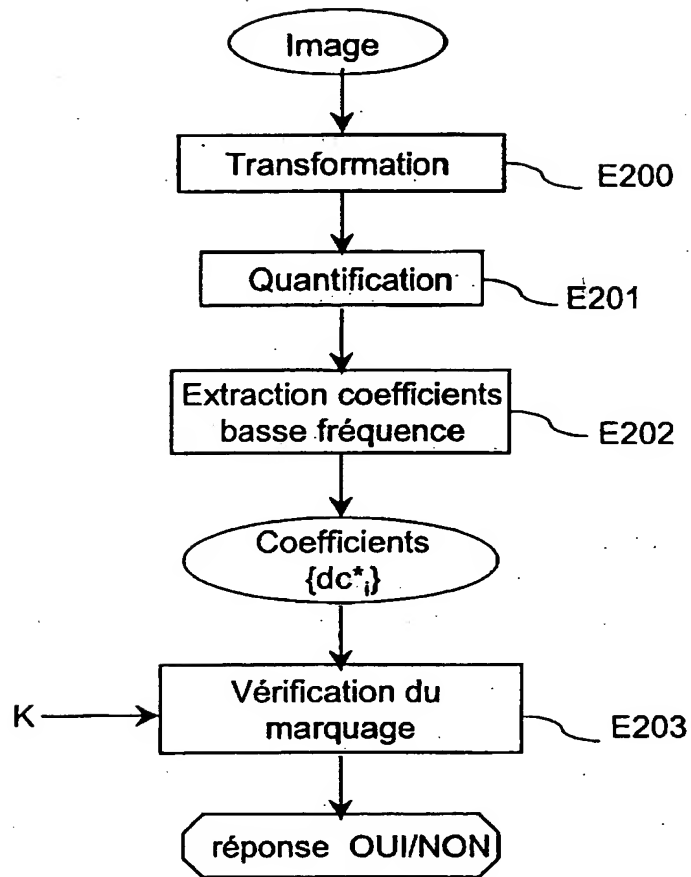


Fig. 12

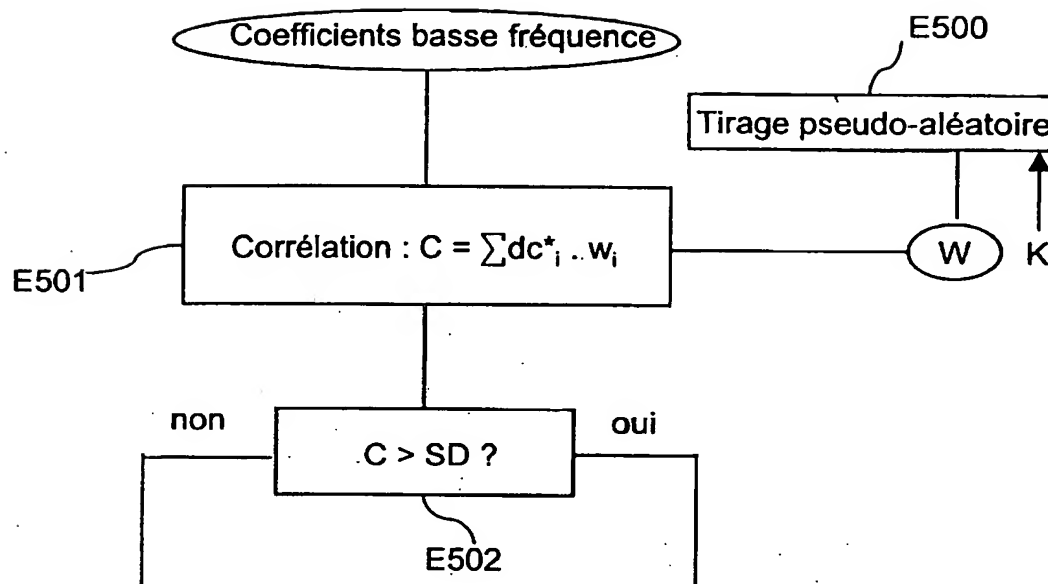
11/15

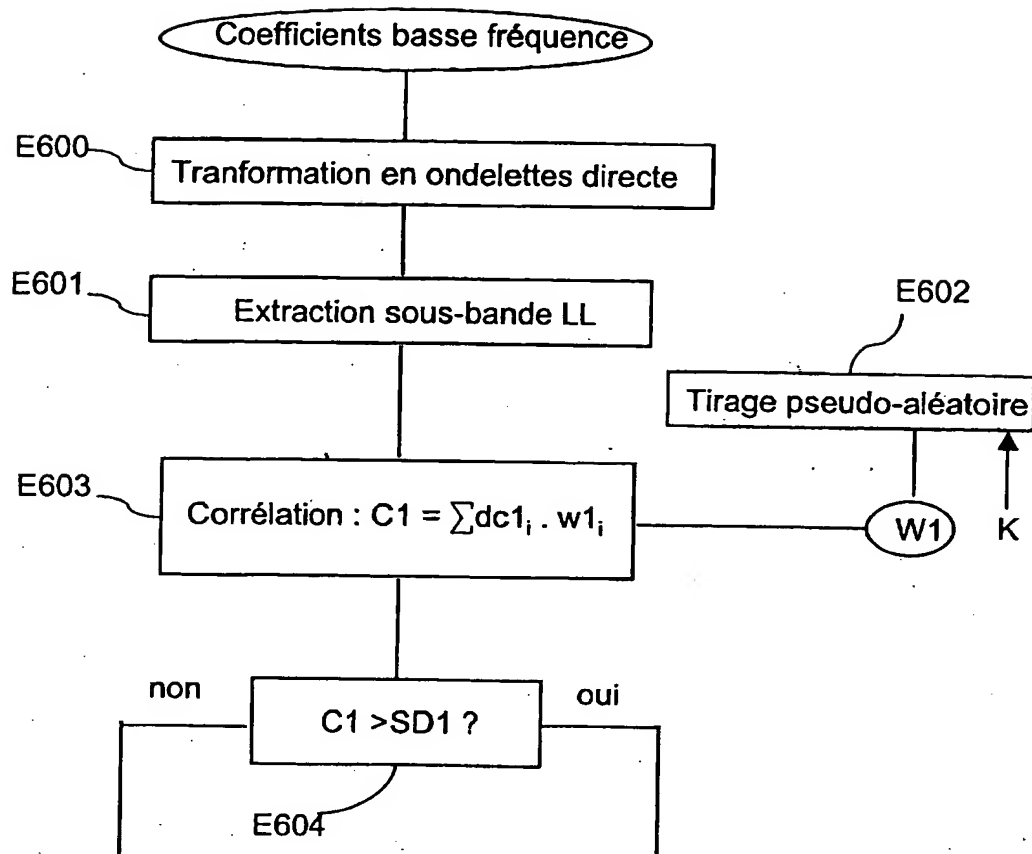
**Fig. 13**

12/15

**Fig. 14**

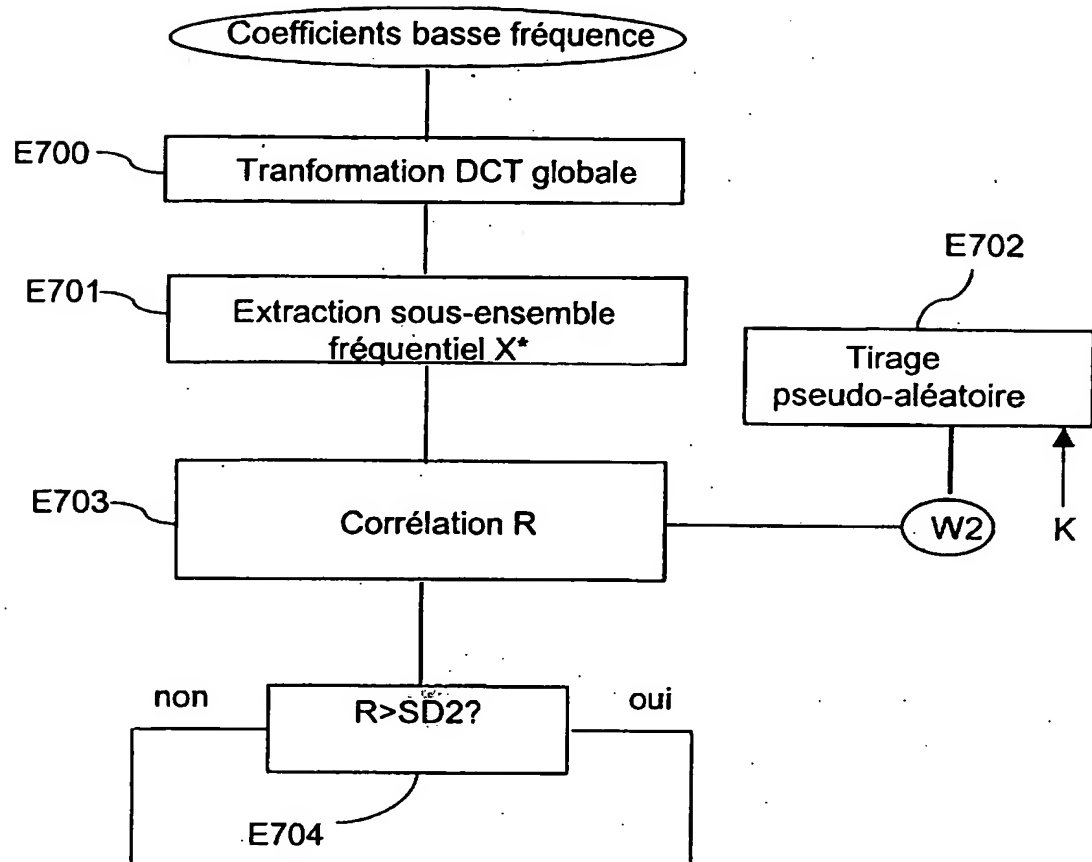
13/15

**Fig. 15**

**Fig. 16**



15/15

**Fig. 17**

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE  
PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 569458  
FR 9813672

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	COX I J ET AL: "SECURE SPREAD SPECTRUM WATERMARKING FOR MULTIMEDIA" IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING, vol. 6, no. 12, 1 décembre 1997, pages 1673-1686, XP000724633 * page 1678, colonne de gauche, ligne 5 - ligne 10 *	1-21, 34-37
X	HUANG J ET AL: "ADAPTIVE IMAGE WATERMARKING SCHEME BASED ON VISUAL MASKING" ELECTRONICS LETTERS, vol. 34, no. 8, 16 avril 1998, pages 748-750, XP000781439 * le document en entier *	1-21, 34-37
X	SWANSON M D ET AL: "MULTIRESOLUTION SCENE-BASED VIDEO WATERMARKING USING PERCEPTUAL MODELS" IEEE JOURNAL ON SELECTED AREAS IN COMMUNICATIONS, vol. 16, no. 4, 1 mai 1998, pages 540-550, XP000765114 * page 540, colonne de droite, ligne 24 - page 541, colonne de gauche, ligne 2 * * page 543, colonne de droite, ligne 26 - page 545, colonne de gauche, ligne 21 *	1-3, 6-8, 11-21, 34-37
X	HARTUNG AND GIROD: "WATERMARKING OF MPEG-2 ENCODED VIDEO WITHOUT DECODING AND RE -ENCODING" PROCEEDINGS OF THE SPIE, vol. 3020, no. 132, 10 février 1997, pages 264-274, XP002085793 * page 269, ligne 2 - page 270, ligne 7; figure 8 *	1-3, 6-8, 11-21, 34-37
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		G06T
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
2 juillet 1999		Burgaud, C
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		